



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
CERRADURAS CERTINSA S.A.C, 2018”**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniera Industrial**

Autor:

Allmendra Pierina Infante Castro

Asesores

Mg. Santiago Jávez Valladares

Mg. Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra

Línea de Investigación

Gestión Empresarial y Productiva

Trujillo – Perú

2018

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

SECRETARIO

Mg. Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra

VOCAL

Mg. Santiago Javez Valladares

DEDICATORIA

A DIOS:

Por guiarme día a día, ser mi fuente
de inspiración y fortaleza para superar
cualquier obstáculo. Por haberme permitido
ha culminar mis estudios que tanto anhele.

A MIS PADRES: Wilmer y Gladys

A mi padre que desde el cielo mi ilumino y
me acompaño para seguir adelante. A mi
madre por el apoyo y amor incondicional
durante toda esta larga y satisfactoria
travesía, por el aliento que me brindo
durante todo este tiempo; por estar
conmigo en las buenas y en las malas.

A MIS HERMANOS: Karla y Carlos

Por
acompañarse en todos estos años,
Alentándome y motivándome a seguir
adelante con el cumplimiento de mis metas.

A MI HIJA: Gia Kamil

Por ser mi motor y motivo, y darme
la fuerza de alcanzar mi meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra y Santiago Jávez Valladares. Por otro lado, también demuestro mi particular deferencia con la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C. quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación y dentro de ella especialmente al ingeniero Francisco Sánchez Castro.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018”, la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se describen la bases teóricas y empíricas que ayuden a dar solución a la problemática planteada, indicando la justificación del estudio, su problema, hipótesis y objetivos que se persiguen.

Capítulo II: Método, hace referencia al método, diseño, variables, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados y los métodos de tratamiento de datos.

Capítulo III: Contempla el resultado de los objetivos, para lo cual se realizó un análisis situacional de la empresa en estudio.

Capítulo IV al V: Contempla secuencialmente las discusiones, conclusiones de cada objetivo.

Capítulo VI: Las recomendaciones pertinentes acorde al estudio.

Capítulo VII: Presenta el resumen de las fuentes bibliográficas usadas en base a la norma ISO 690.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Infante Castro Allmendra Pierina

RESUMEN

La presente investigación titulada: Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018, enmarcada en las teorías del estudio de trabajo, para lo cual se empleó el método deductivo, con una investigación de tipo pre experimental, aplicándolo a una población conformada por todos los productos que elabora la empresa Certinsa S.A.C. y que según la incidencia de la cantidad de productos fabricados se tomó como muestra al producto “Jalador Pirámide”. Para lo cual empleó las técnicas del estudio de trabajo, usando el DAP (Diagrama de actividades de proceso) y DOP (Diagrama de operaciones) para determinar las actividades que tienen un mayor tiempo, el cuello de botella y las actividades que generan y no generan valor, para luego elaborar la implementación de la mejora, que fue simulada a través del Software Promodel 2016, obteniendo como principales resultados que la productividad de la empresa aumenta en 6.3%, ya que antes de la implementación del estudio de trabajo tenía una productividad de 5.23 unidades/h-h y luego de la implementación del estudio de trabajo la productividad fue de 5.56 unidades h/h.

Este incremento de productividad luego de analizarse estadísticamente con la prueba de T-Student dio un p-valor de 0.006 en 7 días, aceptándose la hipótesis de que el estudio de trabajo mejora significativamente la productividad de la empresa Certinsa S.A.C.

Palabras claves: Estudio de trabajo, productividad, DAP.

ABSTRACT

The present investigation entitled: Application of the study of work to increase productivity in the company Cerruras Certinsa SAC, 2018; framed in the theories of engineering of methods, for which the deductive method was used, with a pre-experimental type of research, applying it to a population made up of all the products produced by the company Certinsa SAC and that according to the incidence of the quantity of products manufactured, the product “Jalador Piramide” was taken as a sample. For which he used the techniques of method engineering using the DAP (Diagram of activities of process) and DOP (Diagram of operations) to determine the activities that have a longer time, the bottleneck and the activities that generate and do not generate value, to then develop the implementation of the improvement, which was simulated through the 2016 Promodel Software, obtaining as main results that the productivity of the company increases by 6.3%, since before the implementation of the work study had a productivity of 5.23 units / hh and after the implementation of the work study the productivity was 5.56 units h / h.

This increase in productivity after being analyzed statistically with the T-Student test gave a p-value of 0.006 in 7 days, accepting the hypothesis that the work-study significantly improves the productivity of the company Certinsa S.A.C.

Keys words: Work’s study, productivity, DAP, DOP.

ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	¡Error! Marcador no definido.
PRESENTACIÓN	iv
AUTORIZACIÓN PUBLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS	4
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS	7
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
1.5. PROBLEMA	15
1.6. HIPÓTESIS	16
1.7. OBJETIVOS	16
1.7.1. Objetivo general.....	16
1.7.2. Objetivos específicos	16
II. MARCO METODOLÓGICO	17
2.1. TIPO DE ESTUDIO	18
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	18
2.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	19
2.3.1. Definición de variables	19

2.3.2. Operacionalización de variables	19
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	20
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	20
2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	21
2.7. ASPECTOS ÉTICOS PRESENTES.....	22
III. RESULTADOS	23
3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL DE LA EMPRESA.....	24
3.1.1. Generalidades de la empresa	24
3.1.2. Descripción del proceso productivo Jaladores “Pirámide”	26
3.1.3. Toma de tiempos para determinar el tiempo estándar del proceso productivo	31
3.2. PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA.....	36
3.2.1. Productividad de mano de obra	36
3.3. OPTIMIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CERTINSA S.A.C.	38
3.3.1. Implementación del estudio de métodos en el proceso productivo de jaladores “Pirámide”	38
3.4. COMPARACIÓN DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN	52
3.5. COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD.....	53
3.6. IMPACTO DEL ESTUDIO DE TRABAJO EN LA PRODUCTIVIDAD, MEDIANTE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	53
3.6.1. Prueba de normalidad	54
3.6.2. Prueba de hipótesis T-Student	55
IV. DISCUSIONES	56
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ANEXOS	68
---------------------	-----------

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	19
Tabla 2: Producción mensual de jaladores Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018.....	25
Tabla 3. Diagrama de Actividades de Proceso Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.	29
Tabla 4. Actividades productivas e improductivas en el proceso productivo de Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018	31
Tabla 5. Cálculo de número de muestras de estudio Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.....	32
Tabla 6. Tiempo estándar, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.	34
Tabla 7. Productividad de mano de obra, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.....	36
Tabla 8: Identificación del cuello de botella	39
Tabla 9: Cuello de botella en las actividades del proceso productivo de Jaladores Pirámide, empresa Certinsa S.A.C.....	42
Tabla 10: DAP actividades que no generan valor en el proceso productivo	43
Tabla 11: Modelamiento del Pretest,	49
Tabla 12: Modelamiento del Postest,	51
Tabla 13: <i>Comparación de tiempos de fundición.</i>	52
Tabla 14: Comparación de productividad.	53
Tabla 15. Productividad pretest y productividad postest, empresa Crraduras Certinsa S.A.C.....	54
Tabla 16: Prueba de normalidad.....	54
Tabla 17: Prueba de T-Student.....	55
Tabla 18: Tabla de Valoración	70
Tabla 19: Tabla de tolerancia de la OIT.....	70
Tabla 20. Valoración del ritmo de trabajo Westinghouse.	71
Tabla 21. Suplemento OIT	71

INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Productos elaborados en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018	24
Figura 2. Producción mensual de Jaladores, Cerraduras Certinsa S.A.C., agosto, 2018.	25
Figura 3: Organigrama de Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018.....	26
Figura 4. Diagrama de Operación del proceso para la fabricación de jaladores pirámide.....	28
Figura 5. Actividades del proceso productivo de jaladores Pirámide. Mayo 2018.	40
Figura 6: Grafico CPM de actividades del proceso de fundición actual.....	44
Figura 7: Grafico CPM de actividades del proceso de fundición.	47
Figura 8: Simulación Promodel de la actividad productiva de jaladores Pirámide. Empresa Certinsa S.A.C.	48
Figura 9: Simulación Promodel de la actividad productiva de jaladores Pirámide. Empresa Certinsa S.A.C.	50
Figura 10: Símbolos utilizados para la elaboración de un DAP.....	73
Figura 11: Ejemplo para elaborar un DAP.....	74
Figura 12: Ciclo de vida de BPM.....	75
Figura 13: Distribución de arquitectura, Cerraduras Certinsa S.A.C.	76
Figura 14: Proceso de Rebabado – Jaladores Pirámide	77
Figura 15: Proceso de Perforación – Jaladores Pirámide	77
Figura 16: Proceso de lijado– Jaladores Pirámide	78
Figura 17: Proceso de Pulido – Jaladores Pirámide.....	78
Figura 18: Proceso de Niquelado – Jaladores Pirámide	79
Figura 19: Locaciones usados para modelar el Pretest, Promodel V.2016.....	81
Figura 20: Entidades usadas para modelar el Pretest, Promodel V.2016	81
Figura 21: Ingreso de datos de tiempos usados para modelar el Pretest, Promodel V.2016.	82
Figura 22: Resultados después de modelar el Pretest, Promodel V.2016	82

Figura 23: Locaciones usados para modelar el Posttest, Promodel V.2016	83
Figura 24: Entidades usadas para modelar el Posttest, Promodel V.2016	83
Figura 25: Ingreso de datos de tiempos usados para modelar el Posttest, Promodel V.2016.....	84
Figura 26: Resultados después de modelar el Posttest, Promodel V.2016.....	84

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú, las Micro y Pequeñas Empresas (PYME) aportan aproximadamente el 40% del Producto Bruto Interno (PBI), siendo una de las mayores potenciadoras del crecimiento económico del país. Conforme las MYPES van desarrollando, van apareciendo nuevas, debido a que la mayoría desaparece en menos de un año. Lo que es preocupante es que las MYPES generan el 47% del empleo en América Latina y que, si su desaparición va también en aumento, el empleo que genera también se vería mermado. Según el Ministerio de Producción, el número de MYPES en el Perú va a remontar a un total de 5.5 millones al cierre del 2015, siendo en su gran mayoría informales (83%), ya que no están registradas en SUNARP y a su vez no cumplen con las formalidades (Asociación de emprendedores del Perú, 2015).

En este sector las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) han venido decayendo en un 5.6% en el 2016, ésta industria se ha visto totalmente afectada por la demanda interna y externa, haciéndola menos competitiva en el mercado (Diario Gestión, 2016).

En el Perú existe un promedio de 16,671 empresas del sector Metalmecánica, más de 23,391 empresas en el sector textil, otras 14,080 se encuentran en otras manufacturas. En total son más de 111,347 empresas que forman parte del sector empresarial manufacturero (Gerencia Regional de la Producción, 2012 pág. 12).

El sector metalmecánico, es la tercera actividad más importante de las empresas manufactureras representando el 15% del total de empresas registradas en el país (Metalmeccanica Negocios, 2015). Se constituye como uno de los principales rubros de la actualidad fabril, concentrando el 8% del PBI manufacturero y el 1,2% del PBI al 2014, puesto que la producción metal mecánica superó los 2000 millones de soles (Asociación de emprendedores del Perú, 2015); esto indica que este sector tiene una gran competitividad, por lo cual las empresas dedicadas a este rubro deben gestionar

eficientemente sus recursos de tal manera que puedan aumentar sus ingresos beneficiando tanto a la empresa como a sus empleadores.

Sin embargo, los estudios indican que precisamente son las PYMES son las que tienen mayor deficiencia tienen en su gestión sobre todo en la productividad, donde se generan sobre costos por procesos improductivos y métodos inadecuados, ante ello existen metodologías que ayudan a encontrar soluciones a este problema como por ejemplo tenemos el estudio del trabajo que viene a ser una metodología basada en la utilización de métodos aplicados en la realización de actividades con el fin de optimizar los recursos de manera eficiente y reducir tiempos en cada tarea realizada por el operarios (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21) .

El estudio se realiza en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C dedicada a la fabricación de distintos tipos de jaladores, chapa de manija, manija ciega (manija para caja de seguridad) así como perillas de 1; a la vez esta empresa brinda diversos servicios de galvanizado, bronceado, metales blancos, cobreado, pulido de metales, cincado, cromado, niquelado entre otros. En su proceso productivo se presentó ciertos problemas en la etapa de fundición de jaladores, puesto que mientras la materia prima entra al proceso de fundición, el operario está esperando produciéndose tiempos muertos; retrasando la producción y ocasionando que la entrega del producto se realice a destiempo, sumándose a ello que existe un gran desorden en las áreas de trabajo, ocasionando pérdidas de tiempo mientras los operarios buscan sus herramientas a utilizar.

Por ello, de continuar con las dificultades anteriormente mencionadas la empresa correría el riesgo de perder su contribución en el mercado y por ende formar parte de la estadística que conforman las pymes que no llegaron a realizarse en su totalidad.

Ante esta problemática que afecta a la empresa en análisis, la investigación plantea una solución a los problemas identificados aplicando la metodología que proporciona el estudio de tiempos, logrando hacer de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C rentable y productiva en su totalidad, mejorando

y optimizando tiempos en su proceso productivo, mediante una buena utilización de sus recursos.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

En materia de estudio se encontró **antecedentes** de estudios que hacen referencia como:

La tesis de Alzamora Olivares, (2016-2017, págs. 185-189), titulada “Aplicación del Estudio del Trabajo para incrementar la Productividad en el Área de Armado del Calzado Tipo “Zapatillas Urbanas” de la empresa de calzado femenino Grupo Leonex S.A.C, Comas, 2017”; realizada para obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada César Vallejo, 2016-2017, y como método de investigación se empleó el estudio de trabajo. Obteniendo como resultados un incremento en la productividad en 38.45%. Concluyendo que mediante las técnicas de estudio de trabajo se mejoró la eficiencia en el área de armado de calzado tipo “Zapatillas Urbanas” de la empresa Leonex S.A.C.

Así mismo en la investigación de Anayeli Ramírez Hernández (2010, págs. 55-57), titulada “Estudio de Tiempos y Movimientos en el Área de Evaporador” ,con motivo de obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica de Querétaro en el año 2010, Con la finalidad de disminuir tiempos muertos, aumentar la capacidad y lograr tener mayor eficiencia en la línea de evaporador desarrollando una metodología basada en el estudio del trabajo, el diagnóstico y propuestas de mejora para lograr obtener excelentes indicadores de eficiencia. Empleando herramientas del estudio del trabajo como el estudio de tiempos, movimiento, tiempo estándar, estandarización. Concluyendo que mediante la correcta implementación de las herramientas del estudio del trabajo se logró incrementar la productividad en un 10%, se logró cumplir con el 96.59% de la capacidad requerida del día, demostrando el gran beneficio de la utilización de dichas herramientas a la empresa, ya que con esta mejora la empresa cambiara su método de trabajo.

A la vez, en la tesis de Vasquez Galvez, (2017 págs. 111-112), con el título “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos”, con el fin de obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en el año 2017, y como métodos de investigación se emplearon distintas herramientas como el estudio de trabajo, estudio de tiempo. En tal sentido se concluye que mediante la aplicación del estudio de trabajo se logra mejorar la productividad en la empresa de confección Sartorial, en el año de análisis con respecto del anterior en un 27%, y junto con ello la producción promedio del primer cuatrimestre del año se mejoró en un 21%, logrando pasar de una situación sin control a una posición en la cual se controlan los métodos de confección, dado que los sastres tienen los métodos estandarizados para realizar sus actividades, pues se deja constancia con el DOP realizado luego de la aplicación de la metodología del estudio de trabajo.

De igual manera en la tesis de Saira Vásquez Marreros (2016, pág. 86), titulada “Aplicación de la filosofía Kaizen para disminuir el nivel de desperdicio de la empresa de calzado Stilettos”, con motivo de obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo en el año 2016, con el objetivo de aplicar la Filosofía Kaizen por medio del estudio de trabajo, para disminuir el nivel de desperdicio en la empresa de calzado STILETTOS, concluyendo que la evaluación del proceso productivo permitió establecer las 54 actividades y se identificó que dentro del proceso de elaboración de calzado existen actividades que no generan valor reduciendo las actividades a 47, permitiendo asimismo determinar un tiempo estándar de 480.25 minutos/docena a la vez que después de la implementación se aumentó la productividad en 13.2%.

De la misma manera en la tesis de Arnold Torres Vázquez (2016, págs. 105-106), titulada “Mejora de Métodos de Trabajo y Estandarización de Tiempos en el Empresa Washington Automotriz E.I.R.L de Procesos”, con motivo de obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte en el año 2016; para lo cual empleó las herramientas de la estandarización

de tiempos; con el fin de mejorar las técnicas de mantenimiento preventivo de la empresa reduciendo así los costos innecesarios. Empleando algunas técnicas de trabajo como entrevistas, análisis de las actividades de la empresa, guías de observación y análisis estadísticos. Concluyendo que mediante la mejora de métodos de trabajo y la estandarización de tiempos se logró reducir el tiempo de los servicios de mantenimiento preventivo de 1000 km en 26.1%; aumentando así su productividad en un 35.3% y de 4000km en 29.7%; aumentando su productividad en un 45.5%. En cuanto a la mano de obra se aumentó en un 35.3% mensual en mantenimiento preventivo de 1000km y 50% mensual en su mantenimiento preventivo de 4000km resultando factible la propuesta de hacer usos de estas metodologías en el proceso de mantenimiento preventivo en la empresa.

A la vez, en la tesis de Claudia Ulco Arias (2015, pags. 123-124), titulada “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industria ArtPrint”, con motivo de obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo en el año 2015, Con el objetivo aplicar la ingeniería de métodos en la línea de producción de la empresa, con el fin de mejorar la productividad de mano de obra. Empleando herramientas como: la ingeniería de métodos, estudio de tiempos, tiempo estándar, fórmulas de productividad. Concluyendo que el estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban afectando la productividad de un 47% de actividades improductivas a un 6%, el estudio de tiempos del proceso después de la mejora permitió determinar un nuevo tiempo estándar de 337.95 minutos/millas a 29.56 min/millar y una productividad de 193 cajas/hora; haciendo un incremento de la productividad de 23.7%.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS

Este estudio necesita estar fundamentado científica, tecnológica y humanísticamente para obtener un conocimiento claro y eficiente de los factores que influyen en el estudio del trabajo, teniendo en cuenta el concepto del **estudio del trabajo**; es el instrumento necesario para conseguir que todas las actividades que se desarrollen en los procedimientos productivos de una empresa, se realicen de manera racional, teniendo como finalidad incrementar la productividad sin hacer una gran inversión de dinero (Caso, 2013 págs. 21-23). Su **procedimiento** consta de 7 etapas esenciales:

1 etapa. Seleccionar, en esta etapa se eligen los trabajos mas repetitivos y de larga duracion; finalmente se seleccionaran aquellos trabajos que muestran cuello de botella.

2 etapa. Registrar, en esta etapa se registra la información necesaria que se utilizara en la tarea o proceso a realizar; mediante la observación directa o la recopilación de datos.

3 etapa. Analizar, en esta etapa se examina y/o analiza la información(el objetivo, lugar, método de trabajo, lugar) recaudada para la elaboración de la tarea o proceso que se va a realizar.

4 etapa. Idear el nuevo método, se establece el metodo mas adecuado según la recopilacion de los datos que mejor se adecuen.

5 etapa. Definir la idea, en esta etapa se define el nuevo método y el tiempo que se adaptara a la tarea estudiada.

6 etapa. Implantar la idea, el nuevo método que se utilizara, entrenando al personal de la empresa el cual se implanto el método con el tiempo determinado que se fijo en la actividad.

7 etapa. Mantener en uso la aplicación del método, en esta etapa es importante inspeccionar los resultados obtenidos, mediante los procedimientos de control (Kanawaty, 2008 págs. 3-5).

Consta de **dos técnicas** como el estudio de métodos y el estudio de tiempos o medición del trabajo, utilizando para analizar el trabajo de los colaboradores y que llevan metódicamente a investigar todos los factores que intervienen en la eficacia y en la economía de la empresa, con la finalidad

de mejorarla (Caso, 2013 págs. 21-23). El **estudio de métodos**, es la aplicación de técnicas para establecer el tiempo que debe invertir un colaborador para desarrollar una tarea, con el fin de reducir la tarea e instituir métodos más económicos para ejecutarla, y así tener un control en el tiempo aplicado a una tarea reduciendo costos y aumentando la productividad de la empresa (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21).

Por otro lado, el **estudio de tiempos** es una técnica de medida para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos que conforman una tarea definida, con la finalidad de determinar el tiempo que se requiere para efectuar una tarea, para ello se aplicando técnicas para determinar este tiempo, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (Caso, 2013 págs. 21-23).

Así mismo Luis Palacios dice que el **estudio de tiempos**; se emplea para determinar el tiempo que el operario eficiente, calificado y entrenado con herramientas adecuadas, trabajando a marcha normal y con condiciones ambientales normales, para desarrollar su actividad de trabajo. **Comprende tres fases**: Diseño de operación nueva o diseñada; instalación, ajuste y verificación; estudio de tiempos estándar. Tiene como **finalidad**: Medir el rendimiento de las máquinas y de los operarios, determinar las bases para una equilibrada remuneración, planear las necesidades de equipo, mano de obra y materias primas, establecer el ciclo de producción para cumplir con la entrega del producto a tiempo (Palacios, 2009 págs. 14-17). Tiene como **objetivos** disminuir el tiempo pretendido para la efectividad de trabajos, mantener los recursos y disminuir costos, proporcionar el producto de mejor calidad del estudio de movimientos y por ultimo reducir o eliminar los movimientos innecesarios y efectuar con mayor rapidez los que son verdaderamente necesarios para la realización de la actividad. Su **procedimiento** consiste en la utilización de un cronometro, un tablero de observaciones y un formulario para cronometrar una muestra de operaciones que realizara el operario con el fin de fijar un tiempo estándar: **Primero**: se hace la selección de 10 a 15 colaboradores que sean expertos en el trabajo que van a desarrollar, al que se va a analizar; **Segundo**: observar las series exactas de operaciones o movimientos básicos que cada uno de los

colaboradores realizara al efectuar el trabajo que se está analizando; **Tercero:** hacer uso de un cronometro para anotar el tiempo requerido que tomara cada uno de estos movimientos básico, seleccionando seguidamente la forma más rápida de hacerlo; **Cuarto:** descartar los movimientos mal concebidos, innecesarios, lentos que toman de mucho tiempo para la realización de una actividad; **Quinto:** después de haber eliminado los movimientos innecesarios, reunir los que sean más rápidos y racionales, así como los útiles más apropiados (Huertas, y otros, 2015 págs. 7-9).

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de la metodología usada en la realización de las actividades, con el fin de optimizar los recursos y de establecer estándares de rendimiento en función a las actividades que se realizan, de ello se deduce que el estudio de trabajo es un método que tiene por finalidad incrementar la productividad (Huertas, y otros, 2015 págs. 7-9).

El estudio del trabajo, se mide a través del **tiempo estándar**, es el tiempo que requiere un operador eficiente, instruido y calificado para realizar una tarea.

$$= i \quad * (1 + S)$$

S = tolerancias o suplementos, se refiere al tiempo perdido, tiempos que se le adicionan al tiempo normal (tn), por condiciones de trabajo, por fatiga y por necesidades fisiológicas del operario en el trabajo.

El cálculo del tiempo estándar se puede resumir la siguiente manera (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21)

- Registrar las actividades del operario, los pasos que realiza en el desarrollo de la actividad.
- Hacer la toma de tiempos mediante un cronometro centesimal.
- Registrar los tiempos observados durante la actividad.
- Analizar el registro de los tiempos observados en la realización de la actividad.

- Depurar los tiempos innecesarios que se presentan en toda actividad.
- Darle valoración al operario, de acuerdo al ritmo de trabajo de la operación que está realizando el operario, comparando el ritmo con el cual el operario está desarrollando, de acuerdo a esta comparación se da la valoración que es del 0% al 5%.
- Paso seguido se multiplica el factor de valoración por el promedio de los tiempos observados, que ya se han depurado conocido como tiempo normal.

$$= i * i_0$$

En cuanto al **Estudio de Métodos** Juan Gonzáles tiene por **concepto**, analiza los procesos, estudia los movimientos y las operaciones empleadas en la realización de una actividad, con el fin de mejorarlos, reducirlos, aprovechar al máximo sus recursos y mejorar la productividad. Tiene como **objetivo** indagar sobre cómo mejorar las operaciones y el trabajo realizado en el taller, tratando de utilizar de manera eficiente sus recursos utilizados. El estudio de métodos analiza las operaciones considerando los siguientes elementos que Influyen sobre su resultado: Puesto de trabajo: consta de disposición y espacio; Equipos y herramientas: calidad de los equipos a utilizar, elementos de análisis y verificación; Instalaciones: equipamientos de espacios y distribución, condiciones medioambientales en buen estado; Operarios: tener una frecuencia de operaciones, técnica y habilidad, mantener el ritmo de trabajo. Su **Procedimiento** a seguir para la mejora de métodos: Selecciona, el trabajo a estudiar; **Registrar**, los hechos más notables relacionados con el trabajo; **Examinar**, observar y analizar las acciones, lugar, secuencia y métodos de trabajo; **Estudiar**, un nuevo método mejorado; **Instaurar**, el nuevo método y por ultimo controlar, la aplicación del método instaurado y realizar procedimientos adecuados (Gonzáles, 2009 págs. 7-15).

Bajo concepto de Gonzáles, (2009 págs. 7-15), la **Estandarización de Procesos**; persigue la eliminación del despilfarro y la disminución de la variación, es la base de la mejora de la eficiencia; la estandarización consiste

en instaurar patrones y trabajar de acuerdo a los mismos. Su ciclo está **compuesto** por etapas: Primera etapa (establecer la operación estándar); debe haber una buena comunicación mediante el operador y el supervisor, puesto que permitirá el buen resultado de los objetivos propuestos. Segunda etapa (respetar la operación estándar); en esta etapa se identifica la mejor operación, pero esta no generara beneficios si el operador no desempeña bien su labor en ella. Tercera etapa (mejorar la operación estándar); en esta etapa se elabora la hoja de método de trabajo, es de suma importancia que el operador busque como mejorar la operación, poniéndole empeño para realizar un buen trabajo (Madariaga , 2013 págs. 17-21).

Otras herramientas técnicas que se utilizarán vienen a ser el diagrama de Operaciones (DOP), el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) y el Pert (CPM).

El **Diagrama de Operaciones (DOP)**, es una lista en orden cronológico de todas las operaciones, inspecciones, materiales y tiempos usados en un proceso, dándose inicio con la incorporación de la materia prima hasta que se finaliza con la obtención del producto terminado y es usado principalmente para representar el ingreso de materiales e insumos del proceso en análisis, como simbolizar de manera global el proceso completo de la actividad en específico, usando los símbolos correspondientes para cada operación, control, operación e inspección, siendo su esquema representado por 3 componentes: El título del proceso detallado, el cuerpo que es el elemento que indica el proceso desde donde inicia hasta donde termina, y finalmente un cuadro resumen donde van el total de operaciones e inspecciones considerando a la vez los símbolos combinados registrados en el proceso. Para entrelazar el cuerpo del diagrama de operaciones se utilizarán líneas verticales que servirán de nexos de los símbolos y que sirvan para indicar el flujo general del proceso de manera secuencial. (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21)

El **Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)**; representa gráficamente a todas las actividades realizadas por el operario o máquina en una actividad

de trabajo (figura 1 y 2 del anexo), tiene como finalidad registrar y documentar las actividades realizadas por el operario o máquina, hallar y desechar las ineficiencias encontradas; así mismo registra diversas actividades que ocurren durante la elaboración de un trabajo, representando gráficamente todas estas actividades mediante diferentes símbolos. Es de suma utilidad para registrar las actividades realizadas por una persona o máquina, encontrar y eliminar ineficiencias, retrasos innecesarios; está compuesta de distintos símbolos como: operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y demoras. (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21)

Pert (CPM); es un proceso administrativo que planea, programa y ejecuta todas y cada una de las actividades que están compuestas, que deben desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo, asimismo el camino crítico se define como un camino con los menores costos de tiempo del proyecto; los tipos de proyectos direccionados por las técnicas como PERT Y CPM difieren en dos flujos de trabajo (Poggioli , 2007 pág. 214).

Para la simulación del proceso industrial que se analizará, se usará el software **Promodel 2016**, que viene a ser un software de procesos industriales que permite simular básicamente los procesos de manufacturas, además de los procesos logísticos implicados en la misma, así como el manejo de materiales y equipos implicados en ellos, valiéndose de un interfaz gráfico que permite visualizar los procesos de manera eficaz en tiempo real y que permite una vez modelado el proceso analizado, optimizar la productividad y llegar a los resultados requeridos.

Ahora hablaremos de la segunda variable: **Productividad**; tiene como concepto producir bienes de alta calidad en menor tiempo posible. Es capaz de lograr objetivos y de generar respuestas de máxima calidad con el mínimo esfuerzo humano, físico y financiero; beneficiando no solo a la empresa sino también a los trabajadores, permitiendo al trabajador desarrollar sus habilidades y obtener a cambio una mejor calidad de vida a través de su buen trabajo y progreso (Fernández, 2010 págs. 10-13).

Por otro lado (Biasca, 2015 págs. 36-38); nos dice que la **productividad** es un tema económico esencial, como medida de la eficiencia con la que se convierten los recursos en bienes y servicios. En mundo caracterizado por el desequilibrio del cambio y el crecimiento lento de la economía, este término viene siendo un indicador de progreso en torno al mundo empresarial y es esencial para que las empresas sean declaradas o no como aptas para entrar a estándares de calidad, objetivo al que se apunta desde su constitución como tal.

Según J. Velasco (2014), la **productividad** está basada en la cantidad producida y la cantidad de recursos que se han utilizado para su obtención. Y como medios para aumentar la productividad; incentivar la motivación de los trabajadores, analizar nuevos procedimientos básicos y mejorar los existentes, instalar maquinarias modernas y de mayor capacidad, reducir el contenido del trabajo del proceso, del producto y de los tiempos improductivos (págs. 19-25).

$$i i = \frac{i \quad i}{i \quad iz}$$

La **clasificación** general de la productividad es: (Asensio, y otros, 2008 pág. 23)

- La **Productividad Global** tiene como concepto; aumentar la productividad mediante el control y el análisis de los factores que la determinan, se toma en cuenta todos los factores de producción. Valorando la producción total y la cantidad de factores empleados en unidades monetarias, por lo tanto, la productividad global se calcula:

$$i i = \frac{ió \quad i}{\quad}$$

- **La Productividad Parcial;** es la medida de productividad más utilizada, es la productividad del capital, de la mano de obra, de la materia prima, del equipo y de otros factores. Es la diferencia entre la cantidad de producción elaborada y la cantidad de insumos utilizados (Horngren, y otros, 2007 págs. 11-15).

Dentro de la productividad parcial, encontramos a: (Horngren, y otros, 2007 págs. 11-15)

Productividad parcial de la mano de obra (Pmo):

$$P = \frac{ió \quad i}{h - h}$$

Quesada y otros a su vez, señala que la productividad va muy de la mano con el buen desempeño del colaborador, puesto que para la empresa es muy importante que el colaborador se identifique con sus laborales, para ello la empresa debe ofrecer un ambiente adecuado, agradable y con buen clima laboral (Quesada , y otros, 2007 págs. 17-21)

1.4. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se justifica **teóricamente** ya que pone a prueba la factibilidad de la aplicación del Estudio del Trabajo, la cual fue diseñada en contextos más organizados como el de la cultura japonesa, para implantarla en contextos más desorganizados y de una cultura de informalidad como son las PYMES peruanas. Del mismo modo se presenta una justificación **práctica**, puesto que los resultados del estudio permitirán que la empresa optimice sus recursos, disminuyendo los tiempos innecesarios, movimientos y actividades que no son productivos para la empresa generando valor agregado, lo cual se reflejaría en el aumento de la capacidad competitiva a través de la productividad, la implementación de esta metodología permitirá cultivar en la empresa en estudio una cultura eficiente y productiva, con la colaboración de todos sus colaboradores lo cual repercutirá en la mejora de los procesos críticos que presenta la empresa contribuyendo a la eliminación de sus desperdicios en materia prima, espacio y tiempo. Asimismo, **económicamente** es oportuna ya que al aumentar la productividad en la empresa disminuirá sus costos y aumentará su rentabilidad, mejorando así la competitividad de la empresa en el mercado.

1.5. PROBLEMA

¿Qué efecto produce la aplicación del estudio del trabajo en la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C., en el año 2018?

1.6. HIPÓTESIS

El estudio del trabajo mejorara la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, en el año 2018.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Aplicar las metodologías del estudio del trabajo para incrementar la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, en el año 2018.

1.7.2. Objetivos específicos

- Analizar el proceso productivo actual de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C.
- Determinar la productividad actual de la empresa.
- Mejorar los métodos de trabajo que están afectando la productividad en la empresa.
- Comparar la productividad antes y después de las mejoras efectuadas a través de las metodologías empleadas.

II. MARCO METODOLÓGICO

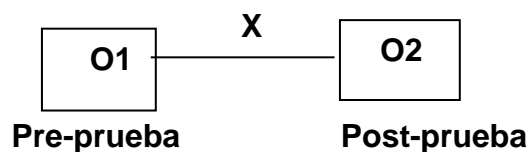
2.1. TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es un estudio aplicado, porque se hizo uso de bases teóricas, como el estudio del trabajo, aplicándose esta metodología se para dar solución a los problemas presentados en la empresa y que atañen su productividad y desenvolvimiento económico. A la vez, es un estudio experimental, porque se orienta a modificar la gestión productiva a través del estudio del trabajo, para incrementar la productividad de la empresa mediante un estudio de diseño pre-experimental, pues se procedió a realizar mediciones antes y después de manipular intencionalmente la variable independiente, para establecer su comportamiento al recibir el estímulo.

2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es un estudio con diseño Pre-experimental, pues transforma la gestión productiva a través de la implementación del estudio del trabajo para notar sus efectos en la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C en el año 2018.

G O1 X O2



Dónde:

O1: observación de la productividad antes.

O2: observación de la productividad después.

X: implementación del estudio del trabajo.

2.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.3.1. Definición de variables

- **Variable independiente, cuantitativa:** Estudio del Trabajo: es una técnica de medida para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos que conforman una tarea definida, con la finalidad de determinar el tiempo que se requiere para efectuar una tarea (Caso, 2013), Medido a través del estudio de tiempo, estudio de métodos.
- **Variable dependiente, cuantitativa:** Productividad: está basada en la cantidad producida y la cantidad de recursos que se han utilizado para su obtención (Velasco , 2014). Medida a través de la productividad de mano de obra implicada en la elaboración de Jaladores Pirámide.

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente: Estudio del Trabajo	Es una técnica de medida para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos que conforman una tarea definida, con la finalidad de determinar el tiempo que se requiere para efectuar una tarea (Caso, 2013 págs. 21-23).	La mejora del trabajo productivo esta medido a través de: Estudio del trabajo		
		Estudio de Tiempos	Tiempo estándar = $T_n \cdot (1 + \text{factores OIT})$	Razón
		Estudio de Métodos	%actividades improductivas = $\frac{\text{(unidades producidas)}}{\text{(total de actividades)}} \times 100\%$	

Variable dependiente: Productividad	Está basada en la cantidad producida y la cantidad de recursos que se han utilizado para su obtención (Velasco , 2014 págs. 19-25).	Productividad mano de obra	Productividad m.o = (Producción por día) / (horas - hombre empleadas)	Razón
-------------------------------------	---	----------------------------	---	-------

Fuente: Elaboración propia

2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La **población** está constituida por las actividades de los procesos productivos de los 3 productos que se elaboran en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C., en el año 2018. La **muestra** está compuesta por todas las actividades del proceso productivo del producto jalador pirámide, obtenidos mediante un **muestreo** no probabilístico por conveniencia, dado que es el producto que tiene mayor demanda en el mercado, el **marco muestral** de donde se obtendrán los datos son el diagrama de análisis y procesos (DAP) el cual describe la secuencia lógica de las actividades del proceso productivo, siendo su **unidad de análisis** cada actividad del proceso de la elaboración de tiradores. Se procede a incluir solo a las actividades del proceso productivo **excluyéndose** las de mantenimiento y otra adicionales.

2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

- Para analizar el proceso productivo actual de la empresa, se procedió a la observación directa de las actividades del proceso productivo registrándolo en un Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP), seguido se realizó un Diagrama de Actividades de Procesos - DAP (tabla 12). Posteriormente se realizó una observación de campo de los tiempos de cada actividad empleando un cronometro realizando tantas tomas como sea necesario para obtener el tiempo estándar establecido en la metodología del estudio de tiempos, registrándolos en una ficha de registro de toma de tiempos (C 1.2

del anexo), apoyados con la tabla de Westinghouse y OIT (tabla 20 y 21 del anexo).

- De la misma manera, para determinar la productividad actual de la empresa, se empleará como técnica la observación directa y como herramienta se emplearán las fichas de registro de producción (C 1.3 del anexo), en el cual se registrará los 100 jaladores Pirámide que forman parte de nuestra unidad muestral, y cuantos recursos se emplean en mano de obra en un periodo de 07 días, quedando registrado todo ello antes de la implementación de las mejoras.
- Para mejorar los métodos de trabajo que afectan la productividad en la empresa, se hizo un análisis de la información de los procesos de la empresa tomando en cuenta la secuencia de los diferentes procesos, retardos en tiempo aplicando para ello las técnicas conocidas como estudio de métodos y la medición del trabajo, obteniendo esta información se analizó a la vez con ayuda del DAP las actividades que no generan valor dentro del proceso productivo así como se analizó el proceso productivo usando el método Pert-CPM para hallar las rutas críticas y las no críticas, para definir un nuevo esquema en los procesos, validándose la mejora a través de la simulación en el software Promodel, antes y después de realizado la metodología de mejora.
- Finalmente, para determinar el impacto de la aplicación del estudio del trabajo en la productividad se realizará la comparación de la productividad pre-prueba y post-prueba procesando los datos en el software SPSS V21 mediante el análisis técnico y estadístico.

2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Análisis descriptivo

De acuerdo a la escala de la variable de estudio razón, los datos se tabularon en tablas de frecuencia, contingencia; y en cada caso se analizó la medida de tendencia del promedio.

Análisis inferencial

A nivel inferencial se probará en primer lugar la normalidad de la diferencia de datos del antes y después de la variable dependiente (productividad) con la prueba estadística Shapiro wilk. Si los datos con esas pruebas tienen un comportamiento normal, se procede a probar la hipótesis con la prueba de T-Student y para el caso de no cumplir este supuesto, se aplicará la prueba de Wilcoxon.

2.7. ASPECTOS ÉTICOS PRESENTES

El investigador se compromete a informar sobre los cambios que se realizaran en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C; se respetará la realidad de los resultados y la identificación de los involucrados en el estudio, así también se respetara la confiabilidad de los datos proporcionados por la empresa.

III. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL DE LA EMPRESA.

3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa Cerraduras Certinsa S.A.C se inició en el rubro de la metalmecánica en el año 1974 con R.U.C 20482555668, ubicada en la calle Guevara Ochoa 1253-Urb. San Fernando, fundada por el señor Fausto Sánchez Aguirre. Actualmente el gerente general y dueño de la empresa es el señor Francisco Sánchez Castro hijo del fundador. Esta empresa brinda diversos servicios como cincado, niquelado, cobreado entre otros, así también se dedica a la elaboración de 3 tipos de jaladores para muebles metálicos, pero teniendo como producto de mayor demanda los jaladores “Pirámide”, cuenta con 8 trabajadores (1 en logística, 1 jefe de ventas, 1 jefe de producción, 1 contador, 4 operarios en el área de producción) y con 6 áreas de proceso productivo: fundición, rebabado, perforación (hueco y rosca), lijado, pulido y niquelado.

Sus proveedores son las diferentes tiendas de Trujillo y Lima que se dedican a la venta de productos químicos y sus clientes se encuentran ubicados en Lima y Trujillo, a los cuales la empresa brinda servicios de niquelado, cincado, cobreado y productos como jaladores en sus diferentes presentaciones.

Cerraduras Certinsa S.A.C busca ser una empresa reconocida brindando un servicio de calidad a nivel nacional.



Figura 1. Productos elaborados en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C

Tabla 2: Producción mensual de jaladores Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018.

PRODUCTOS	PRODUCCIÓN MENSUAL (UNID)	PORCENTAJE
Jalador Perú	4200	32%
Jalador pirámide	5500	42%
Jalador curvo	3400	26%
TOTAL	13100	100%

Fuente: Empresa Cerraduras Certinsa S.A.C

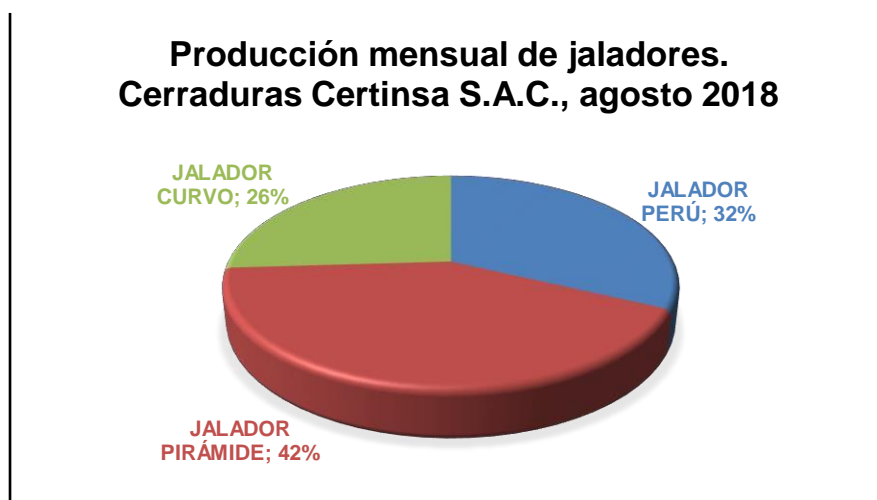


Figura 2. Producción mensual de Jaladores, Cerraduras Certinsa S.A.C., agosto, 2018.

Fuente: Tabla 2. Producción mensual de jaladores Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018

Interpretación: La producción mensual de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C. está distribuido entre sus tres productos principales: Jalador Perú, Jalador Pirámide y Jalador curvo, siendo el que tiene mayor incidencia en la producción el Jalador Pirámide con 42%.

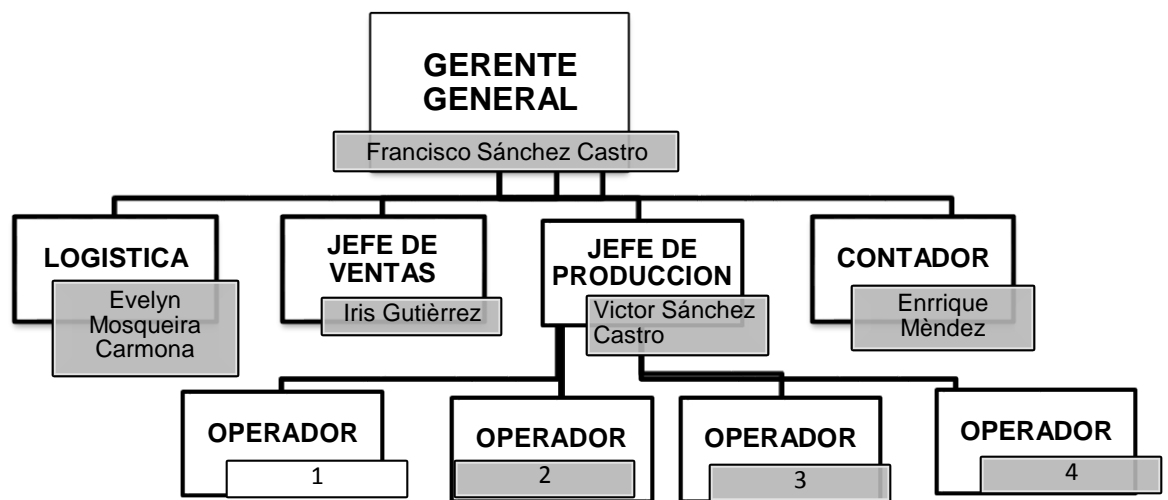


Figura 3: Organigrama de Cerraduras Certinsa S.A.C, 2018
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C

3.1.2. Descripción del proceso productivo Jaladores “Pirámide”

El proceso productivo de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C cuenta con 6 áreas de trabajo: fundición, rebabado, hueco y rosca, lijado, pulido y niquelado. Para la elaboración de jaladores Pirámide utilizan: acido, zinc, zamac, gasolina, abrillantador. La empresa trabaja a pedido ya que no posee una demanda estable.

- Área de fundición: en esta área primero se limpia la fragua, seguidamente se enciende el horno y luego se pone el crisol junto con el antimonio para fundir; el proceso demora un lapso de 115 a 120 min. El tiempo promedio que demora la actividad de encender el horno es de 26 min; cabe resaltar que solo demora este tiempo para la primera crisolada.
- Área de rebabado: en esta área se corta las partes sobrantes en el área por donde ingresa el metal.
- Perforación (hueco y rosca): en esta área se procede a maquinar con el uso de una broca al artículo para hacer dos orificios, seguidamente serán

roscados con un macho que dibuja un hilo interior la cual servirá para sujetar el jalador.

- Área de lijado: en esta área el producto pasa por dos tipos de lija, la primera es una lija de 80 para emparejar el jalador y después se pasa una lija de 150 de agua, para darle el acabado final.
- Área de pulido: en esta área se emplea el disco de pulir y una cera especial, para borrar todas las rayas que quedaron marcadas en el producto al pasar por el área de lijado; paso seguido el producto pasa a lavarse con gasolina para eliminar todo residuo que pueda haber quedado.
- Área de niquelado: en esta área los jaladores pasan a un proceso de decapado que consiste en una solución electrolítica de detergente industrial; después ingresan a un recubrimiento de cobre, para luego pasar a una solución de níquel que viene hacer el recubrimiento final del producto.

Para representar gráficamente de la secuencia de operaciones e inspecciones realizadas y de los puntos en que entran los materiales al proceso, usamos el Diagrama de Operaciones del proceso clásico. Este diagrama sirve de herramienta para una rápida visualización del proceso para poder así simplificarlo y analizar de manera conveniente, y es usado en este caso ya que la operación es secuencial.

Para poder analizar el proceso productivo actual de la empresa se procedió a aplicar un diagrama de actividad de procesos (DAP) en el área de fundición del proceso productivo de jaladores, la cual sirvió para poder identificar las actividades que generan y no generan valor al proceso productivo de jaladores Pirámide, facilitando información respecto a los problemas que podrían causar en el proceso productivo y de esta manera poder solucionar los problemas, considerando toma de tiempos para la fabricación de 01 paquete de jaladores (100 unidades).

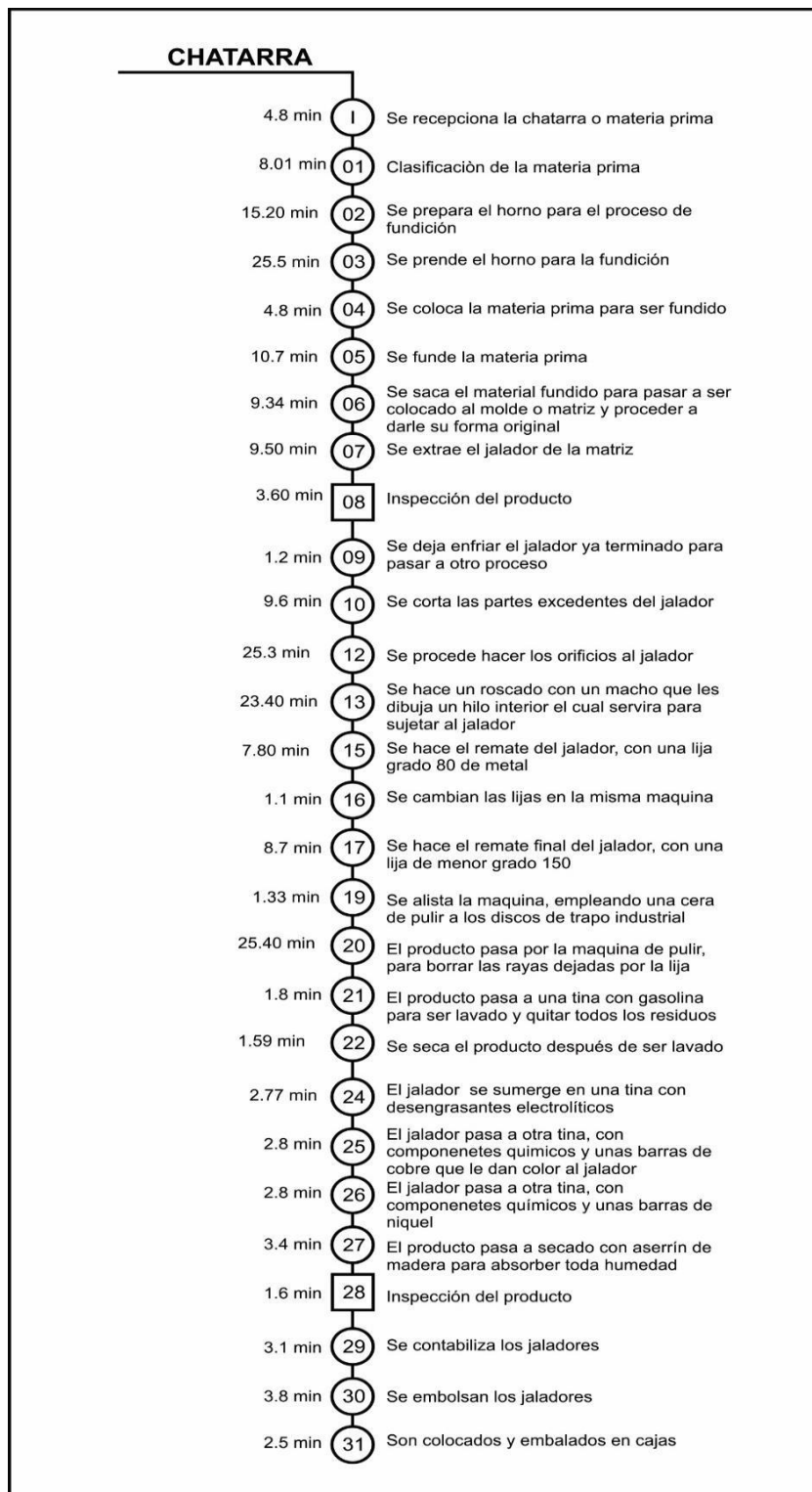


Figura 4. Diagrama de Operación del proceso para la fabricación de jaladores pirámide.

Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.

Tabla 3. Diagrama de Actividades de Proceso Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.



























































DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA S.A.C, Mayo 2018													
<div></div>			MÉTODO				Pre test		RESUMEN				
							Pos test		Actividad		Pre	Post	
			Puesto de trabajo:		Area de producción		Empieza						Fundición de la materia prima
Actividad:		fundición		Termina		Producto terminado		Inspección 					
Objeto:				Jaladores Piramide(01 paquete)				Tranporte 					
Lugar:				Taller de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C				Demora 					
Operario:				Todos los operarios				Almacenamiento 					
Elaborado por:		Pierina Infante Castro		Fecha de elaboración:		Lunes 4 mayo, 2018		Distancia		42m			
								Tiempo		195.02			
ACTIVIDAD			Símbolos					Distancia	Cantidad	TIEMPO		VALOR	
										Minutos	SI	NO	
1	Se recepciona la chatarra o materia prima								4.70	x			
1	Clasificación de la materia prima								8.01	x			
2	Se prepara el horno para el proceso de fundición								15.20	x			
3	Se prende el horno para la fundición								25.50	x			
4	Se coloca la materia prima para ser fundido								4.80	x			
5	Se funde la materia prima								10.70	x			
6	Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz y proceder a darle su forma original								9.34	x			
7	Se extrae el jalador de la matriz								9.50	x			
8	Inspección del producto								3.60		x		
9	Se deja enfriar el jalador ya terminado para pasar a otro proceso								1.20	x			
10	Se corta las partes excedentes del jalador								9.60	x			
11	Transporte del jalador al área de perforación						15m		2.30		x		
12	Se procede hacer los orificios al jalador								25.30	x			
13	Se hace un roscado con un macho que les dibuja un hilo interior el cual servira para sujetar al jalador								23.40	x			
14	Transporte del jalador al área de lijado						10m		2.50		x		
15	Se hace el remate del jalador, con una lija grado 80 de metal								7.80	x			
16	Se cambian las lijas en la misma maquina								1.10		x		
17	Se hace el remate final del jalador, con una lija de menor grado 150								8.70	x			
18	Transporte del jalador al área de pulido						3m		1.80		x		
19	Se alista la maquina, empleando una cera de pulir a los discos de trapo industrial								1.33	x			
20	El producto pasa por la maquina de pulir, para borrar las rayas dejadas por la lija								25.40	x			

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA S.A.C, Mayo 2018												
<div></div>							RESUMEN					
			MÉTODO		Pre test			Actividad		Pre	Post	
					Pos test							
Puesto de trabajo:		Area de producción	Empieza		Fundición de la materia prima			Operación 				
Actividad:		fundición	Termina		Producto terminado			Inspección 				
Objeto:		Jaladores Piramide(01 paquete)						Tranporte 				
Lugar:		Taller de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C						Demora 				
Operario:		Todos los operarios						Almacenamiento 				
Elaborado por:		Pierina Infante Castro		Fecha de elaboración:		Lunes 4 mayo, 2018		Tiempo	42m			
				Simbolos				TIEMPO	VALOR			
	ACTIVIDAD							Distancia	Cantidad	Minutos	SI	NO
21	El producto pasa a una tina con gasolina para ser lavado y quitar todos los residuos restantes									1.80	x	
22	Se seca el producto después de ser lavado									1.59	x	
23	Transportamos el producto al área de niquelado							5m		1.50		x
24	El jalador se sumerge en una tina con desengrasantes electroliticos									2.77	x	
25	El jalador pasa a otra tina, con componetes quimicos y unas barras de cobre que le dan color al jalador									2.80	x	
26	El jalador pasa a otra tina, con componetes quimicos y unas barras de niquel									2.80	x	
27	El producto pasa a secado con aserrín de madera para absorber toda humedad									3.40	x	
28	Inspección del producto									1.60		x
29	Se contabiliza los jaladores									3.10	x	
30	Se embolsan los jaladores									3.80	x	
31	Son colocados y embalados en cajas									2.50	x	
32	Transporte al área de almacén							3m		1.30		x
33	Regreso al área de trabajo							6m		1.10		x
TOTAL			25	2	6	2	1	42m		195.02	25	9

Fuente: Empresa Cerraduras Certinsa S.A.C

Interpretación: La tabla 3, indica el Diagrama de actividades de procesos (DAP), donde se analiza las actividades en los diferentes procesos para la elaboración de jaladores Perú. El proceso inicia con la recepción de la materia prima, y termina con el retorno del operario al área de trabajo, asimismo se observa que el proceso productivo de jaladores tiene 25 operaciones, 2 inspecciones, 6 transportes, 2 demoras y 1 almacén todos estos hacen un total de 36 actividades. A la vez, se puede apreciar que en el transporte se hace un total de 42 metros de recorrido. Asimismo, del DAP podemos apreciar que se tienen 25 actividades que generan valor y 9

actividades que no lo generan, información relevante para la elaboración de las mejoras en la empresa.

Tabla 4. Actividades productivas e improductivas en el proceso productivo de Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

AREA	ACT. PRODUCTIVAS	ACT. IMPRODUCTIVAS
Fundición	9	1
Rebabado	1	1
Perforación	2	1
Lijado	3	1
Pulido	4	1
Niquelado	7	3
PORCENTAJE	76%	24%

Fuente: Empresa Cerraduras Certinsa S.A.C

Interpretación: En la tabla 4, se observa que en cada área existen actividades que generan y no generan valor, consideradas en esta tabla como actividades productivas e improductivas, y constituyen el 76 y 24% del total de actividades respectivamente, a la vez la mayor incidencia en actividades improductivas la tiene el área de niquelado ya que presenta 3 actividades improductivas con relación a las demás áreas.

3.1.3. Toma de tiempos para determinar el tiempo estándar del proceso productivo

Para analizar el tiempo en que se realiza cada actividad en las diferentes áreas en la empresa Certinsa S.A.C., se realizó una toma de tiempos diariamente, considerando un lapso de 7 días.

Dichas tomas de tiempos se muestran en la tabla 5, y con estos datos podremos calcular los tiempos estándar tal como se muestra en la misma tabla, que es un indicador del tiempo que se requiere para la elaboración de una tarea o actividad.

Tabla 5. Cálculo de número de muestras de estudio Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

CÁLCULO DE NÚMERO DE MUESTRAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA SAC, MAYO 2018										
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS							n'	n
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
1	Se recepciona la chatarra o materia prima	4.70	4.80	4.20	5.10	4.60	4.90	4.30	7.00	7.00
1	Clasificación de la materia prima	8.01	7.20	8.50	8.10	7.80	8.00	8.00	7.00	4.00
2	Se prepara el horno para el proceso de fundición	5.30	5.50	5.60	5.30	5.30	4.90	5.50	7.00	3.00
3	Se prende el horno para la fundición	7.48	7.58	7.68	7.48	7.38	7.28	7.68	7.00	1.00
4	Se coloca la materia prima para ser fundido	4.80	4.90	4.30	5.20	4.70	5.00	4.40	7.00	7.00
5	Se funde la materia prima	10.70	10.50	10.00	11.00	10.00	11.50	11.20	7.00	4.00
6	Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz y proceder a darle su forma original	9.34	9.00	10.00	9.34	9.00	9.14	9.30	7.00	2.00
7	Se extrae el jalador de la matriz	9.50	9.60	10.00	9.50	9.40	9.30	9.70	7.00	1.00
8	Se deja enfriar el jalador ya terminado para pasar a otro proceso	3.60	3.70	3.80	3.60	3.50	3.40	3.80	7.00	3.00
9	Inspección del producto	1.20	1.15	1.10	1.15	1.00	1.10	1.00	7.00	7.00
10	Se corta las partes excedentes del jalador	9.60	10.00	9.40	9.00	9.50	9.70	9.80	7.00	2.00
11	Transporte del jalador al área de perforación	2.30	2.40	2.50	2.30	2.20	2.15	2.50	7.00	5.00
12	Se procede hacer los orificios al jalador	25.30	23.00	25.50	26.00	27.00	25.50	25.50	7.00	4.00
13	Se hace un roscado con un macho que les dibuja un hilo interior el cual servirá para sujetar al jalador	23.40	22.00	24.00	24.50	21.00	23.00	23.60	7.00	4.00
14	Transporte del jalador al área de lijado	2.50	2.60	2.70	2.50	2.40	2.30	2.70	7.00	5.00
15	Se hace el remate del jalador, con una lija grado 80 de metal	7.80	7.90	8.00	7.80	7.70	7.60	8.00	7.00	1.00
16	Se cambian las lijas en la misma maquina	1.10	1.20	1.17	1.10	1.00	1.15	1.10	7.00	5.00
17	Se hace el remate final del jalador, con una lija de menor grado 150	8.70	8.00	8.90	8.80	8.60	8.50	8.90	7.00	2.00
18	Transporte del jalador al área de pulido	1.80	1.60	1.75	1.80	1.70	2.00	1.80	7.00	7.00
19	Se alista la máquina, empleando una cera de pulir a los discos de trapo industrial	1.33	1.50	1.50	1.51	1.41	1.35	1.35	7.00	5.00
20	El producto pasa por la máquina de pulir, para borrar las rayas dejadas por la lija	25.40	25.50	25.60	25.40	25.30	25.20	25.60	7.00	1.00
21	El producto pasa a una tina con gasolina para ser lavado y quitar todos los residuos restantes	1.80	1.85	1.75	1.80	1.70	1.60	2.00	7.00	7.00

**CÁLCULO DE NÚMERO DE MUESTRAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA SAC,
MAYO 2018**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS							n'	N
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
22	Se seca el producto después de ser lavado	1.59	1.50	1.55	1.40	1.60	1.50	1.51	7.00	3.00
23	Transportamos el producto al área de niquelado	1.50	1.60	1.70	1.50	1.40	1.60	1.70	7.00	7.00
24	El jalador se sumerge en una tina con desengrasantes electrolíticos	2.77	2.87	2.97	2.77	2.67	2.57	2.97	7.00	4.00
25	El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de cobre que le dan color al jalador	2.80	2.90	3.00	2.80	2.70	2.60	3.00	7.00	4.00
26	El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de níquel	2.80	2.90	3.00	2.80	2.70	2.60	3.00	7.00	4.00
27	El producto pasa a secado con aserrín de madera para absorber toda humedad	3.40	3.50	3.60	3.40	3.30	3.20	3.60	7.00	3.00
28	Inspección del producto	1.60	1.70	1.80	1.60	1.50	1.70	1.65	7.00	5.00
29	Se contabiliza los jaladores	3.10	3.20	3.30	3.10	3.00	2.90	3.30	7.00	4.00
30	Se embolsan los jaladores	3.80	3.50	4.00	3.80	3.60	3.60	4.00	7.00	4.00
31	Son colocados y embalados en cajas	2.50	2.60	2.70	2.50	2.40	2.30	2.70	7.00	5.00
32	Transporte al área de almacén	1.30	1.40	1.35	1.30	1.20	1.40	1.25	7.00	5.00
33	Regreso al área de trabajo	1.10	1.15	1.30	1.10	1.10	1.20	1.15	7.00	6.00

Fuente: Empresa Cerraduras Certinsa S.A.C.

Interpretación: En la tabla 5 se puede apreciar los tiempos observados en un periodo de 7 días, donde de acuerdo al cálculo estadístico de “n” podremos saber qué cantidad de muestras debemos analizar para tener una confiabilidad en el tratamiento de los datos.

Tabla 6. Tiempo estándar, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE JALADORES DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA SAC, MAYO 2018						
ITEM	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO (TO)	CALIFICACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR(TS)
1	Se recepciona la chatarra o materia prima	4.66	1.08	5.03	15%	5.8
1	Clasificación de la materia prima	7.95	1.08	8.59	15%	9.9
2	Se prepara el horno para el proceso de fundición	14.83	1.08	16.01	15%	18.4
3	Se prende el horno para la fundición	25.50	1.08	27.54	15%	31.7
4	Se coloca la materia prima para ser fundido	4.76	1.08	5.14	15%	5.9
5	Se funde la materia prima	10.55	1.08	11.39	15%	13.1
6	Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz	9.17	1.08	9.90	15%	11.4
7	Se extrae el jalador de la matriz	9.50	1.08	10.26	15%	11.8
8	Se deja enfriar el jalador ya terminado para pasar a otro proceso	3.70	1.08	4.00	15%	4.6
9	Inspección del producto	1.10	1.08	1.19	15%	1.4
10	Se corta las partes excedentes del jalador	9.80	1.08	10.58	15%	12.2
11	Transporte del jalador al área de perforación	2.34	1.08	2.53	15%	2.9
12	Se procede hacer los orificios al jalador	24.95	1.08	26.95	15%	31.0
13	Se hace un roscado con un macho que les dibuja un hilo interior el cual servirá para sujetar al jalador	23.48	1.08	25.35	15%	29.2
14	Transporte del jalador al área de lijado	2.54	1.08	2.74	15%	3.2
15	Se hace el remate del jalador, con una lija grado 80 de metal	7.80	1.08	8.42	15%	9.7
16	se cambian las lijas en la misma maquina	1.11	1.08	1.20	15%	1.4
17	Se hace el remate final del jalador, con una lija de menor grado 150	1.78	1.08	1.92	15%	2.2
18	Transporte del jalador al área de pulido	1.45	1.08	1.57	15%	1.8
19	Se alista la máquina, empleando una cera de pulir a los discos de trapo industrial	25.40	1.08	27.43	15%	31.5
20	El producto pasa por la máquina de pulir, para borrar las rayas dejadas por la lija	1.79	1.08	1.93	15%	2.2

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE JALADORES DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA SAC, MAYO 2018						
ITEM	ACTIVIDAD	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO (TO)	CALIFICACIÓN	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTANDAR(TS)
21	El producto pasa a una tina con gasolina para ser lavado y quitar todos los residuos restantes	1.55	1.08	1.67	15%	1.9
22	Se seca el producto después de ser lavado	1.57	1.08	1.70	15%	2.0
23	Transportamos el producto al área de niquelado	2.85	1.08	3.07	13%	3.5
24	El jalador se sumerge en una tina con desengrasantes electrolíticos	2.88	1.08	3.11	13%	3.5
25	El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de cobre que le dan color al jalador	2.88	1.08	3.11	13%	3.5
26	El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de níquel	3.50	1.08	3.78	13%	4.3
27	el producto pasa a secado con aserrín de madera para absorber toda humedad	1.64	1.08	1.77	13%	2.0
28	Inspección del producto	3.18	1.08	3.43	13%	3.9
29	Se contabiliza los jaladores	3.78	1.08	4.08	13%	4.6
30	Se embolsan los jaladores	2.54	1.08	2.74	13%	3.1
31	Son colocados y embalados en cajas	1.31	1.08	1.41	13%	1.6
32	Transporte al área de almacén	1.16	1.08	1.25	13%	1.4
33	Regreso al área de trabajo	1.78	1.08	1.92	15%	2.2
Tiempo total para elaborar 01 paquete (100 unidades) de manijas (min)						286.7

Fuente: Tiempo estándar, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018.

Interpretación: Observando la tabla 6, identificamos que el mayor tiempo en el proceso productivo de jaladores Pirámide de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C dentro de los 7 días de análisis, corresponde a la actividad 3 con un tiempo de 31.7 minutos; mientras que el menor tiempo que se produjo en este proceso corresponde a la actividad 9,16 y 32, con un tiempo de 1.40 minutos, constituyendo este análisis preliminar el primer indicativo para realizar un estudio de métodos y tiempos en el proceso productivo.

Finalmente se observó que el tiempo estándar requerido para elaborar 100 unidades de manijas, es de 286.7 min.

3.2. PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA

3.2.1. Productividad de mano de obra

Para determinar la productividad de mano de obra se hizo uso de fichas de registro de producción, en la cual se registra cuanto produce por día en un periodo de 7 días, y se calcula a través del indicador de productividad de mano de obra que viene a ser la razón del tiempo que demora producir 100 unidades de jaladores entre la mano de obra que interviene en el proceso.

Tabla 7. Productividad de mano de obra, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE MAYO 2018 , CERRADURAS CERTINSA SAC										
ITEM	AREA	ACTIVIDAD	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TIEMPO ESTANDAR(TS)
1	Fundición	Se recepciona la chatarra o materia prima	4.70	4.80	4.20	5.10	4.60	4.90	4.30	5.78
1		Clasificación de la materia prima	8.01	7.20	8.50	8.10	7.80	8.00	8.00	9.88
2		Se prepara el horno para el proceso de fundición	15.20	14.50	14.00	15.60	14.50	15.90	16.00	18.41
3		Se prende el horno para la fundición	25.50	25.60	25.70	25.50	25.40	25.30	25.70	31.67
4		Se coloca la materia prima para ser fundido	4.80	4.90	4.30	5.20	4.70	5.00	4.40	5.91
5		Se funde la materia prima	10.70	10.50	10.00	11.00	10.00	11.50	11.20	13.10
6		Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz	9.34	9.00	10.00	9.34	9.00	9.14	9.30	11.39
7		Se extrae el jalador de la matriz	9.50	9.60	10.00	9.50	9.40	9.30	9.70	11.80
8		Se deja enfria el jalador ya terminado para pasar a otro proceso	3.60	3.70	3.80	3.60	3.50	3.40	3.80	4.60
9	Rebabado	Inspección del producto	1.20	1.15	1.10	1.15	1.00	1.10	1.00	1.37
10		Se corta las partes excedentes del jalador	9.60	10.00	9.40	9.00	9.50	9.70	9.80	12.17
11	Perforación	Transporte del jalador al área de perforación	2.30	2.40	2.50	2.30	2.20	2.15	2.50	2.91
12		Se procede hacer los orificios al jalador	25.30	23.00	25.50	26.00	27.00	25.50	25.50	30.99
13		Se hace un roscado con un macho que les dibuja un hilo interior el cual servirá para sujetar al jalador	23.40	22.00	24.00	24.50	21.00	23.00	23.60	29.16
14		Transporte del jalador al área de lijado	2.50	2.60	2.70	2.50	2.40	2.30	2.70	3.15

PROMEDIO

PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE MAYO 2018 , CERRADURAS CERTINSA SAC										
ITEM	AREA	ACTIVIDAD	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TIEMPO ESTANDAR(TS)
15	Lijado	Se hace el remate del jalador, con una lija grado 80 de metal	7.80	7.90	8.00	7.80	7.70	7.60	8.00	9.69
16		Se cambian las lijas en la misma maquina	1.10	1.20	1.17	1.10	1.00	1.15	1.10	1.38
17		Se hace el remate final del jalador, con una lija de menor grado 150	8.70	8.00	8.90	8.80	8.60	8.50	8.90	10.37
18		Transporte del jalador al área de pulido	1.80	1.60	1.75	1.80	1.70	2.00	1.80	2.20
19	Pulido	Se alista la máquina, empleando una cera de pulir a los discos de trapo industrial	1.33	1.50	1.50	1.51	1.41	1.35	1.35	1.80
20		El producto pasa por la máquina de pulir, para borrar las rayas dejadas por la lija	25.40	25.50	25.60	25.40	25.30	25.20	25.60	31.55
21		El producto pasa a una tina con gasolina para ser lavado y quitar todos los residuos restantes	1.80	1.85	1.75	1.80	1.70	1.60	2.00	2.22
22		Se seca el producto después de ser lavado	1.59	1.50	1.55	1.40	1.60	1.50	1.51	1.92
23	Niquelado	Transportamos el producto al área de niquelado	1.50	1.60	1.70	1.50	1.40	1.60	1.70	1.95
24		El jalador se sumerge en una tina con desengrasantes electrolíticos	2.77	2.87	2.97	2.77	2.67	2.57	2.97	3.47
25		El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de cobre que le dan color al jalador	2.80	2.90	3.00	2.80	2.70	2.60	3.00	3.51
26		El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de níquel	2.80	2.90	3.00	2.80	2.70	2.60	3.00	3.51
27		el producto pasa a secado con aserrín de madera para absorber toda humedad	3.40	3.50	3.60	3.40	3.30	3.20	3.60	4.27
28		Inspección del producto	1.60	1.70	1.80	1.60	1.50	1.70	1.65	2.00
29		Se contabiliza los jaladores	3.10	3.20	3.30	3.10	3.00	2.90	3.30	3.87
30		Se embolsan los jaladores	3.80	3.50	4.00	3.80	3.60	3.60	4.00	4.61
31		Son colocados y embalados en cajas	2.50	2.60	2.70	2.50	2.40	2.30	2.70	3.10
32		Transporte al área de almacén	1.30	1.40	1.35	1.30	1.20	1.40	1.25	1.60
33	Regreso al área de trabajo	1.10	1.15	1.30	1.10	1.10	1.20	1.15	1.41	
Total de horas de producción			3.40	3.34	3.86	3.79	3.91	3.91	3.78	3.85
Unidades producidas			100	100	100	100	100	100	100	100
Total unidades/hora			29.42	29.96	25.88	26.39	25.57	25.57	26.48	26.00
Total productividad (unid. producidas/h-h)			7.36	7.49	6.47	6.60	6.39	6.39	6.62	6.50
										PROMEDIO
										3.93
										100
										25.42
										6.35

Fuente: Tabla 6; Tiempo estándar, Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

Interpretación: Se puede observar en la tabla 7, que luego de haber tomado una muestra de 100 jaladores diarios con el método actual de trabajo, la productividad en la elaboración de manijas de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C fue de 26.00 unidades/horas. A la vez, de esta tabla se puede determinar que la productividad por mano de obra teniendo en cuenta que la empresa tiene una mano de obra directa de 4 personas para la producción, arroja un valor de 6.50 unidades producidas/h-h; siendo los tiempos analizados los tratados estadísticamente, bajo el nombre de tiempo estándar.

3.3. OPTIMIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CERTINSA S.A.C.

3.3.1. Implementación del estudio de métodos en el proceso productivo de jaladores “Pirámide”

Para facilitar la implementación del estudio de trabajo, se procedió a una previa revisión de la bibliográfica para luego desarrollar los 7 pasos que corresponden a este método, detallándose a continuación.

3.3.1.1. Seleccionar

Teniendo en cuenta que todas las actividades que conforman el sistema productivo de jaladores “pirámide” tienen una incidencia en la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, se seleccionó la actividad que representa el cuello de botella para así aplicar de la mejor manera el estudio del trabajo para este caso; resultando el proceso de **Fundición** el que presenta un tiempo mayor y al que se le denomina bajo este título. Este proceso está conformado por las siguientes actividades: clasificación de la materia prima, preparación del horno de fundición, colocación de la materia prima para ser fundido, colocación del material fundido al molde o matriz, extracción del jalador de la matriz y enfriamiento del jalador para pasar a otro proceso.

Tabla 8: Identificación del cuello de botella

ITEM	AREA	ACTIVIDAD	TIEMPO	
			POR ACTIVIDAD(MIN)	POR PROCESO(MIN)
1	Fundición	Se recepciona la chatarra o materia prima	5.78	113.91
1		Clasificación de la materia prima	9.88	
2		Se prepara el horno para el proceso de fundición	18.41	
3		Se prende el horno para la fundición	31.67	
4		Se coloca la materia prima para ser fundido	5.91	
5		Se funde la materia prima	13.10	
6		Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz	11.39	
7		Se extrae el jalador de la matriz	11.80	
8		Se deja enfriar el jalador ya terminado para pasar a otro proceso	4.60	
9		Inspección del producto	1.37	
10	Rebabado	Se corta las partes excedentes del jalador	12.17	15.08
11		Transporte del jalador al área de perforación	2.91	
12	Perforación	Se procede hacer los orificios al jalador	30.99	63.30
13		Se hace un roscado con un macho que les dibuja un hilo interior el cual servirá para sujetar al jalador	29.16	
14		Transporte del jalador al área de lijado	3.15	
15	Lijado	Se hace el remate del jalador, con una lija grado 80 de metal	9.69	23.65
16		Se cambian las lijas en la misma maquina	1.38	
17		Se hace el remate final del jalador, con una lija de menor grado 150	10.37	
18		Transporte del jalador al área de pulido	2.20	
19	Pulido	Se alista la máquina, empleando una cera de pulir a los discos de trapo industrial	1.80	39.44
20		El producto pasa por la máquina de pulir, para borrar las rayas dejadas por la lija	31.55	
21		El producto pasa a una tina con gasolina para ser lavado y quitar todos los residuos restantes	2.22	
22		Se seca el producto después de ser lavado	1.92	
23		Transportamos el producto al área de niquelado	1.95	

ITEM	AREA	ACTIVIDAD	TIEMPO	
			POR ACTIVIDAD(MIN)	POR PROCESO(MIN)
24	Niquelado	El jalador se sumerge en una tina con desengrasantes electrolíticos	3.47	31.36
25		El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de cobre que le dan color al jalador	3.51	
26		El jalador pasa a otra tina, con componentes químicos y unas barras de níquel	3.51	
27		el producto pasa a secado con aserrín de madera para absorber toda humedad	4.27	
28		Inspección del producto	2.00	
29		Se contabiliza los jaladores	3.87	
30		Se embolsan los jaladores	4.61	
31		Son colocados y embalados en cajas	3.10	
32		Transporte al área de almacén	1.60	
33		Regreso al área de trabajo	1.41	

Fuente: Tabla 6; Cálculo del tiempo estándar del proceso productivo de jaladores; empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

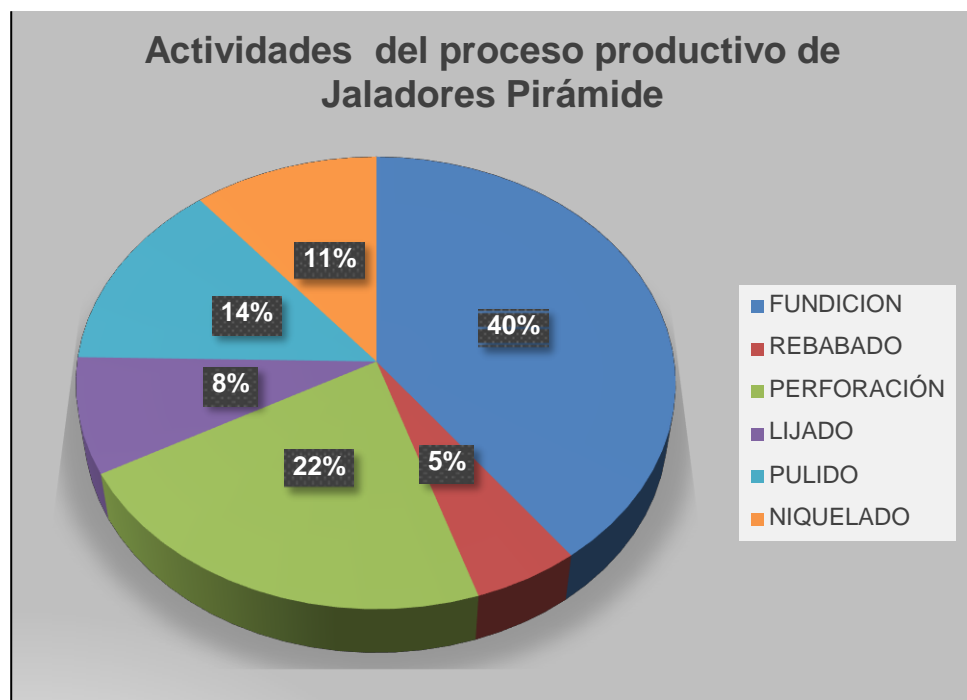


Figura 5. Actividades del proceso productivo de jaladores Pirámide. Mayo 2018.

Fuente: Tabla 8. Identificación del cuello de botella

Interpretación: En la tabla 8 y gráfico 5, se puede observar que el proceso productivo que genera más tiempo es el de “Fundición”, realizándose en un tiempo total de 113.91 minutos.

El proceso de fundición es considerado como el más largo, debido a que el horno demora un promedio de 40 a 45 minutos en fundir la chatarra que por lo general entra en una cierta cantidad y sale ya fundido para pasar a otro proceso.

3.3.1.2. Registrar

Luego de seleccionar el proceso relacionado al cuello de botella, se analiza qué actividad tiene mayor incidencia en este proceso, siendo la fundición del material la actividad con mayores tiempos en el proceso de fundición.

A la vez, en el proceso de función se puede observar que las cuatro actividades iniciales con las que se comienza el proceso, se pueden llevar a cabo en simultáneo, dejando de lado el procedimiento que se realiza cotidianamente, ya que ninguna actividad es crítica con respecto de otra para hacerse continuamente.

Por ende, una mejora dentro del proceso de esta empresa sería realizar ciertas actividades en paralelo para así, reducir los tiempos y reducir los costos horas-hombre relacionados a este proceso, apoyándose también en la información mostrada por la tabla 3 del Diagrama de Actividades de Proceso.

Tabla 9: Cuello de botella en las actividades del proceso productivo de Jaladores Pirámide, empresa Certinsa S.A.C.






















ITEM	AREA	ACTIVIDAD	TIEMPO	
			POR ACTIVIDAD (MIN)	POR PROCESO (MIN)
1	Fundición	Se recepciona la chatarra o materia prima	5.78	113.91
1		Clasificación de la materia prima	9.88	
2		Se prepara el horno para el proceso de fundición	18.41	
3		Se prende el horno para la fundición	31.67	
4		Se coloca la materia prima para ser fundido	5.91	
5		Se funde la materia prima	13.10	
6		Se saca el material fundido para pasar a ser colocado al molde o matriz	11.39	
7		Se extrae el jalador de la matriz	11.80	
8		Se deja enfriar el jalador ya terminado para pasar a otro proceso	4.60	
9		Inspección del producto	1.37	

Fuente: Tabla 8; identificación del cuello de botella; empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

Interpretación:

En la tabla 9 podemos observar el cuello de botella, definido por el tiempo de demora que toma llevarse a cabo su proceso con todas las actividades, dentro de los cuales el encendido del horno para la fundición es la actividad que demanda un mayor tiempo y que tiene mayor incidencia dentro del proceso de fundido.

Tabla 10: DAP actividades que no generan valor en el proceso productivo

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA S.A.C, Mayo 2018													
<div></div>			<div>MÉTODO</div>					RESUMEN					
								Pre test			Actividad	Pre	Post
								Pos test					
Puesto de trabajo:	Area de producción	Empieza		Fundición de la materia prima				Operación 					
Actividad:	fundición	Termina		Producto terminado				Inspección 					
Objeto:	Jaladores Piramide(01 paquete)							Tranporte 					
Lugar:	Taller de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C							Demora 					
Operario:	Todos los operarios							Almacenamiento 					
Elaborado por:		Pierina Infante Castro	Fecha de elaboración:			Lunes 4 mayo, 2018			Distancia	42m			
									Tiempo	25.86			
	ACTIVIDAD	Símbolos					Distancia	Cantidad	TIEMPO	VALOR			
									Minutos	SI	NO		
8	Inspección del producto								3.60		x		
14	Transporte del jalador al área de lijado						10m		2.50		x		
16	Se cambian las lijas en la misma maquina								1.10		x		
18	Transporte del jalador al área de pulido						3m		1.80		x		
23	Transportamos el producto al área de niquelado						5m		1.50		x		
28	Inspección del producto								1.60		x		
32	Transporte al área de almacén						3m		1.30		x		
33	Regreso al área de trabajo						6m		1.10		x		
TOTAL		0	2	5	2	1	42m		25.86	0	8		

Fuente: Empresa Cerraduras Certinsa S.A.C.

Interpretación: En este cuadro podemos observar que hay actividades que tienen intrínsecamente valor ya que están asociados a una operación, pero por el planteamiento del proceso ocasionan actividades que no generan valor como transportes, esperas e inspecciones, ya que el proceso en sí mismo obliga a verse en estas circunstancias.

3.3.1.3. Analizar

Luego de registrar que actividades no generan valor y de determinar cuáles son los tiempos que tienen mayor incidencia en el proceso productivo, relacionado a determinadas actividades; pasamos a analizar los tiempos de todas las actividades que se realizan en el área de fundición tal como se muestra en la figura 6.

A través de esta figura podemos observar que las actividades I, 1 así como 2, 3 y 4 pueden realizarse perfectamente en simultáneo (paralelo), ya que ninguna de las actividades críticas respecto a las otras representan la actividad I y 1, así como 2, 3 y 4. Por tanto no habría necesidad de que se realicen de manera continua.

A la vez luego de analizar la tabla 10, podemos afirmar que la actividad 16 es una actividad que no genera valor y no tiene incidencia en el proceso productivo, ya que se puede hacer en otra máquina a la misma vez, con distinta lija tal como nos describe el proceso; ya que al realizar esta actividad de cambiar las lijas se está incidiendo en pérdidas de tiempo y demoras, que retrasan el proceso productivo.

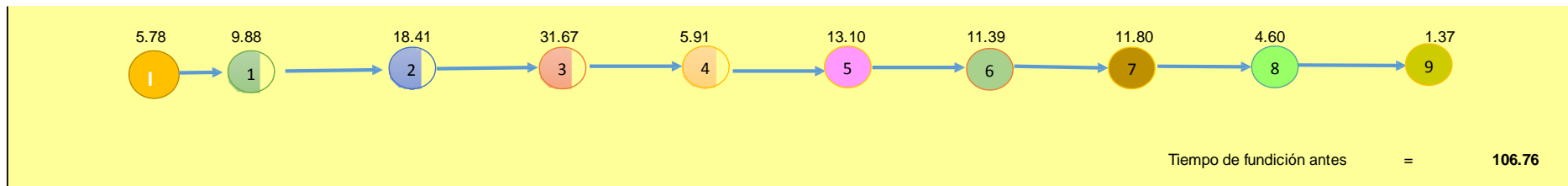


Figura 6: Grafico CPM de actividades del proceso de fundición actual.

Fuente: Tabla 8; identificación del cuello de botella; empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

Interpretación:

El gráfico CPM de actividades del proceso de fundición, denota una linealidad en el proceso debido a que no se ha analizado si cuenta con procesos críticos con respecto de las demás actividades.

3.3.1.4. Idear el nuevo método propuesto

Luego de diagnosticar el estado del proceso productivo de jaladores en la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C. y de tomar los tiempos en cada una de las actividades, determinamos que la mejora del proceso se debe realizar cuando interviene la mano de obra en las actividades, descartando aquellas en el proceso de fundición que se hagan de manera mecánica. Por ello de acuerdo a las actividades que forman parte del proceso seleccionamos las actividades 1,1,2,3 y 4 como las actividades objetivo, a las cuales le podemos aplicar el estudio de trabajo.

Por ello, las actividades objetivo son analizadas, a la vez que también se puede notar una continuidad en la secuencia de las actividades objetivo, en donde se empieza por la clasificación de la materia prima y seguidamente se prepara el horno para el proceso de fundición, pero previamente a ello en simultáneo es factible encender el horno para la fundición, ya que luego de ello se colocará la materia prima para que se realice la fundición.

3.3.1.5. Definir de la idea

Luego de ideado cómo es factible eliminar las causas que han conllevado a tener mayores tiempos dentro del proceso, se ideó la manera de implementar la idea a través de la mejora de los procesos, determinándose al proceso de fundición como el crítico en este caso. Para ello se elaboró un nuevo procedimiento con las actividades en paralelo.

Para ello se llevó a cabo lo que se determinó en un primer momento bajo el análisis Pert CPM, con las actividades críticas en este proceso y sobre todo definiendo qué actividades es factible reordenar dentro del proceso de fundición, ya que este proceso implica de por sí actividades que meramente se pueden llevar a cabo bajo el uso de maquinaria.

3.3.1.6. Implantar la idea

Las actividades elegidas luego de analizar el gráfico CPM de la figura 6 son 1,2,3 y 4 en donde de acuerdo a la naturaleza de las actividades se eligió convenientemente a que las actividades I y 1 se realicen de manera continua, así como las actividades número 2, 3 y 4; luego de acuerdo a los tiempos que implican cada actividad se sumó las que están de manera lineal y se analizó cuál de las dos sumatorias tiene mayor valor, tal como lo muestra la figura 7, gobernando los tiempos correspondientes a las actividades I y 1, con 16.08 minutos, tiempo que se añade a las siguientes actividades del proceso de fundición.

A la vez, en la actividad 16, debido a que es un proceso que implica tiempos y costos hora – hombre, esta actividad no genera valor y por ende se descartaría de nuestro análisis ya que se puede realizar a la misma vez, pero en otra máquina lijadora del proceso productivo.

Luego de realizado la nueva esquematización de las actividades en paralelo, podemos apreciar y comparar los tiempos de fundición antes y después de realizada la mejora en el proceso de fundición, observando un menor tiempo luego de la implementación, con los nuevos tiempos en cada actividad.

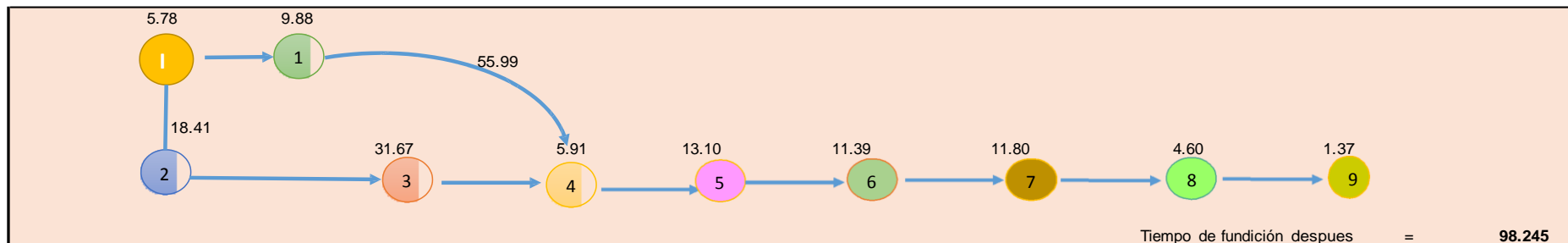
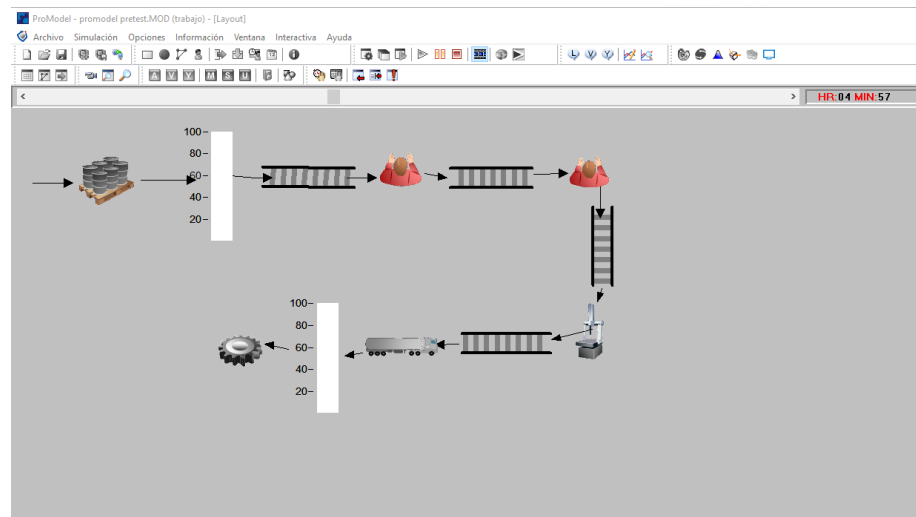


Figura 7: Grafico CPM de actividades del proceso de fundición.

Fuente: Tabla 10; identificación del cuello de botella; empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

Interpretación: En la figura 7 se puede observar la esquematización del gráfico CPM de actividades del proceso de función, donde se aprecia que el conjunto de actividades 1, 1 así como 2,3,4 pueden realizarse de acuerdo a su naturaleza de manera paralela, ya que ningún conjunto de actividades es crítico con respecto al otro.

Para implementar estudio de trabajo se hizo uso del Software de simulación Promodel, realizando el Pretest para validar los datos de tiempos que se llevan a cabo durante toda la actividad productiva y los procesos que ata nen para su realización antes de la implementación de la mejora. (Figura 8)



*Figura 8: Simulación Promodel de la actividad productiva de jaladores Pirámide, Empresa Certinsa S.A.C.
Fuente: Elaboración propia.*

Interpretación:

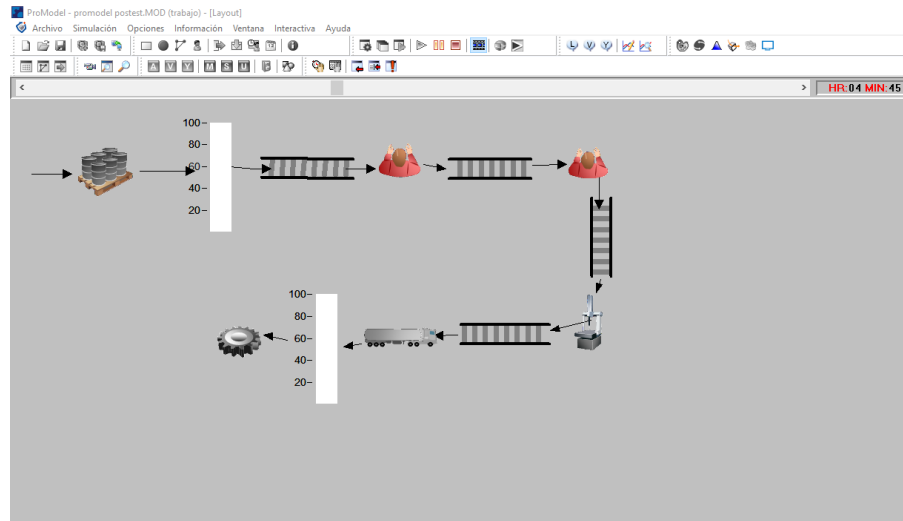
La simulación Promodel del pre-test en su proceso como se aprecia en la figura 8 y los datos arrojados por la tabla 11, antes de la implementación de las mejoras en base a la ingeniería de procesos, permitió que, en base a los resultados obtenidos y corroborados con lo observado en la fábrica, cuando se implemente en la empresa el estudio de trabajo, tengan validez y cuando se proyecten dentro de la misma, generen los efectos esperados.

Tabla 11: Modelamiento del Pretest,

Escenario	Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programado (Min)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Baseline	1	1	Recepción de chatarra	297.259	1	1	5.780	0.019	1	0	1.944
Baseline	1	1	Fundición	297.259	1	1	108.120	0.364	1	0	36.372
Baseline	1	1	Acumulador de jaladores	297.259	100	100	3.000	1.009	100	0	1.009
Baseline	1	1	Cola a rebabado	297.259	999999	100	0.000	0.000	100	0	0.000
Baseline	1	1	Cola perforación	297.259	999999	100	0.171	0.058	15	0	0.374
Baseline	1	1	Perforación	297.259	100	100	63.300	21.295	100	0	21.295
Baseline	1	1	Lijado	297.259	100	100	23.650	7.956	100	0	7.956
Baseline	1	1	Pulido	297.259	100	100	39.440	13.268	100	0	13.268
Baseline	1	1	Acumulador 2	297.259	100	100	3.589	1.207	100	0	1.207
Baseline	1	1	Niquelado	297.259	100	100	31.360	10.550	100	0	10.550
Baseline	1	1	Cola lijado	297.259	999999	100	0.000	0.000	1	0	0.000
Baseline	1	1	Cola pulido	297.259	999999	100	0.185	0.062	16	0	0.375
Baseline	1	1	Rebabado	297.259	100	100	15.664	5.269	100	0	5.269

Fuente: Promodel v. 2016.

Una vez realizado el modelamiento del proceso considerando el Pretest bajo este software, se lleva a cabo el modelamiento del Posttest. Con los datos obtenidos del análisis Pert CPM.



*Figura 9: Simulación Promodel de la actividad productiva de jaladores Pirámide. Empresa Certinsa S.A.C.
Fuente: Elaboración propia.*

Interpretación:

La simulación Promodel del posttest, como se aprecia en la figura 9 y los datos arrojados por la tabla 12, luego de la implementación de las mejoras en base al estudio de trabajo y apoyados en los resultados que arrojaron la simulación en el pretest, nos permite tener la confiabilidad de que los procedimientos del estudio de trabajo que se realicen, cumplirán con las expectativas de la empresa, para aumentar su productividad.

Tabla 12: Modelamiento del Postest,

Escenario	Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programado (Min)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Baseline	1	1	Recepción de chatarra	285.989	1	1	5.780	0.020	1	0	2.021
Baseline	1	1	Fundición	285.989	1	1	98.240	0.344	1	0	34.351
Baseline	1	1	Acumulador de jaladores	285.989	100	100	3.000	1.049	100	0	1.049
Baseline	1	1	Cola a rebabado	285.989	999999	100	0.000	0.000	100	0	0.000
Baseline	1	1	Cola perforación	285.989	999999	100	0.171	0.060	15	0	0.388
Baseline	1	1	Perforación	285.989	100	100	63.300	22.134	100	0	22.134
Baseline	1	1	Lijado	285.989	100	100	22.260	7.784	100	0	7.784
Baseline	1	1	Pulido	285.989	100	100	39.440	13.791	100	0	13.791
Baseline	1	1	Acumulador 2	285.989	100	100	3.589	1.255	100	0	1.255
Baseline	1	1	Niquelado	285.989	100	100	31.360	10.965	100	0	10.965
Baseline	1	1	Cola lijado	285.989	999999	100	0.000	0.000	1	0	0.000
Baseline	1	1	Cola pulido	285.989	999999	100	0.185	0.065	16	0	0.390
Baseline	1	1	Rebabado	285.989	100	100	15.664	5.477	100	0	5.477

Fuente: Promodel v. 2016.

3.3.1.7. Mantener en uso la aplicación del método

Para mantener en pie la aplicación del método y la incidencia que tenga en la productividad se deberá replantear el proceso productivo y sobre todo aquel que representa el cuello de botella (fundición), validado todo ello en la simulación que se ha realizado hasta el momento, ello requerirá una redistribución de los empleados al momento de la realización de la fundición ya que como se puede apreciar hasta el momento ellos en el proceso al realizarse de manera continua, conlleva a que tengan tiempos muertos que inciden en la menor productividad general.

3.4. COMPARACIÓN DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN

Después de realizar el análisis del cuello de botella y diseño del gráfico CPM para las actividades que se pueden realizar en paralelo, se llega a la conclusión que el nuevo diseño disminuye el tiempo del proceso de fundición en 8.51 minutos.

Tabla 13: Comparación de tiempos de fundición.

TIEMPO DEL PROCESO DE FUNDICIÓN			
Actual	Nuevo	Ahorro	% Ahorro
106.76	98.245	8.51	8%

Fuente: Toma de tiempos; empresa Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

Este ahorro en el proceso de fundición equivale al 8% del total del tiempo del proceso de fundición por lo que al detectar este proceso mal estructurado en la empresa Certinsa S.A.C. también se prevé un impacto significativo en su productividad y en la reducción de sus costos.

3.5. COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD.

La productividad de la empresa Certinsa S.A.C. antes de la implementación del estudio de trabajo es 5.23 und/h-h, a comparación de la productividad obtenida después que es de 5.56 und/h-h, representando esta diferencia de productividad un 6.3% de mejora, tal como se puede apreciar en la Tabla 14.

Tabla 14: Comparación de productividad.

COMPARACIÓN PRODUCTIVIDAD		
Proceso	Actual	Nuevo
Fundición	113.91	98.24
Rebanado	15.08	15.08
Perforación	63.30	63.30
Lijado	23.65	22.26
Pulido	39.44	39.44
Niquelado	31.36	31.36
Total H-H	4.78	4.49
Total Und.	100.00	100.00
Und./H-H	5.23	5.56
Diferencia de productividad	6.3%	

Fuente: Tabla 5. Cálculo de número de muestras de estudio Cerraduras Certinsa S.A.C, mayo 2018

3.6. IMPACTO DEL ESTUDIO DE TRABAJO EN LA PRODUCTIVIDAD, MEDIANTE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la aplicación de la Estudio de trabajo al proceso general de elaboración de jaladores, se pudo aumentar la productividad de la empresa reduciendo los tiempos intrínsecos en este proceso. En base a estos datos de productividad se construyó el siguiente cuadro en base a los 7 días de análisis.

Tabla 15. Productividad pretest y productividad posttest, empresa Cerraduras Certinsa S.A.C.

ITEM	TIEMPO	PRODUCTIVIDAD	TIEMPO	PRODUCTIVIDAD	DIFERENCIA
	ESTÁNDAR PRETEST		ESTÁNDAR POSTEST		
TS1	287.40	8.70	270.25	9.25	0.55
TS2	281.78	8.87	242.14	10.32	1.45
TS3	290.84	8.60	238.05	10.50	1.91
TS4	290.92	8.59	251.63	9.94	1.34
TS5	280.89	8.90	230.09	10.87	1.96
TS6	286.08	8.74	258.96	9.65	0.92
TS7	292.64	8.54	267.26	9.35	0.81

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15, nos muestra los datos que usaremos para corroborar si la aplicación del estudio de trabajo en el proceso productivo de jaladores tuvo una significativa mejora de la productividad de mano de obra, datos necesarios para elaborar el análisis inferencial para comprobar si los datos siguen una distribución normal o no.

3.6.1. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad se realiza con la herramienta estadística SPSS V21, midiendo la diferencia de productividad de la tabla 15.

Las Hipótesis que se maneja son:

Ho= Los datos analizados siguen una distribución normal

H1= Los datos analizados no siguen una distribución normal

Para una significancia (P) de:

$P > 0.05$ se aprueba Ho

$P < 0.05$ se aprueba H1

Tabla 16: Prueba de normalidad

PRUEBA DE NORMALIDAD	Shapiro Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.
Diferencia	.124	7	.250

Fuente: Datos Tabla 15.

La Tabla 16 denota que la significancia de la prueba es mayor a 0.05, por tanto, se aprueba H_0 , siendo que los datos siguen una distribución normal en los 7 datos analizados.

Por tanto, dado que los datos se ajustan a una distribución normal, aplicaremos la prueba estadística T-Student, debido a que la muestra en análisis es menor a 50.

3.6.2. Prueba de hipótesis T-Student

Hipótesis:

H_1 : El estudio del trabajo mejora significativamente la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C,

H_0 : El estudio del trabajo no mejora significativamente la productividad de la empresa Cerraduras Certinsa S.A.C,

Se aplicarán los supuestos:

$P > 0.05$, se acepta H_0

$P < 0.05$, se rechaza H_0

Tabla 17: Prueba de T-Student.

PRUEBA DE MUESTRAS RELACIONADAS	DIFERENCIAS RELACIONADAS					t	Gl	Sig (bilateral)
	Media	Desviación tip.	Error tip. De la media	95% intervalo de confianza				
				Inferior	superior			
Productividad antes – productividad después	-15.645	3.457	.792	-19.869	-17.381	-35.321	6	.006

Fuente: *Elaboración propia*

Como se puede apreciar en la prueba T-student, de los promedios obtenidos en el pre y posttest, el valor de la significancia es 0.006 siendo este valor menor a 0.05, por tanto, se rechaza el H_0 y se acepta el H_1 , comprobándose así que la aplicación del estudio de trabajo da como resultado que la productividad de la mano de obra es significativamente mayor a la obtenida antes de su aplicación.

IV. DISCUSIONES

DISCUSIONES

- Al evaluar la situación actual de los procesos de la empresa CERRADURAS CERTINSA S.A.C., se encontró un proceso productivo que no presenta un previo análisis en cuanto a actividades críticas, ya que en todo el proceso existen actividades que demandan tiempos extensos y que se realizan de manera continua sin tener en cuenta si pueden o no ser realizados al mismo tiempo. Esto lo podemos observar en el proceso de fundición que, para llevarse a cabo, requería un tiempo total de 113.91 minutos siendo el proceso en el que se encuentra el cuello de botella y en donde la actividad que más demanda tiempo es la de encender el horno para la fundición, con 31.67 minutos, este análisis se sustenta bajo lo expuesto por **Poggioli , (2007)** y **Caso, (2013)**, donde indican que determinar cuáles son las actividades críticas dentro de un proceso aplicando la metodología PERT CPM y aplicar luego el estudio de trabajo, implican una reducción en los tiempos del proceso y por tanto menores costos en mano de obra. Esto lo podemos corroborar con el informe de Alzamora Olivares, que llegó a determinar un aumento de la productividad en 38.5% aplicando técnicas de gestión de estudio de trabajo y PERT CPM, mejorando no sólo la productividad sino también en la práctica de buenos hábitos de la mano de obra dentro del proceso. Esta metodología aplicada, sin embargo, se basa en función de la realidad de la empresa en análisis ya que hay otras maneras de abordarla como lo señala Vasquez Galvez, (2017, págs. 111-112) en donde implementa in situ la metodología del estudio de trabajo llegando a un aumento de la productividad en el año de análisis de un 27%, corroborándose la eficiencia de la implementación del estudio de trabajo en un proceso productivo.
- Al evaluar la situación actual de la empresa, se encontró una productividad de 5.23 unidades/h-h. Esta productividad hallada se enmarca dentro de la teoría que señala **Horngren, y otros, (2007)** como Productividad Parcial, específicamente Productividad Parcial de mano de obra. Ha sido calculada en base a un proceso productivo en el que no se contempla un estudio de trabajo o metodología alguna, ocasionando de esta manera que la empresa no alcance una optimización en sus procesos. Esta realidad se repite en muchas empresas del medio como se puede ver en las investigaciones hechas por Anayeli Ramírez

Hernández y Alejandro Franco Dávila Torres, quienes aplicando la metodología de estudio de trabajo lograron una corrección en su proceso productivo y por ende un incremento en la productividad de 10% y 13.5%, respectivamente.

- Luego de la evaluación al proceso productivo de jaladores Pirámide, en la empresa CERRADURAS CERTINSA S.A.C. se realizó el mejoramiento en los métodos de trabajo en el proceso productivo de jaladores Pirámide, donde se procedió a aplicar la metodología del estudio de trabajo con la implementación de las 7 etapas esenciales, como menciona **Caso (2013)**: siendo estas: Seleccionar, Registrar, Analizar, Idear el nuevo método, Definir la idea, Implantar la idea y Mantener en uso la aplicación del método, luego de la cual se determinó que el cuello de botella se encontraba en el proceso de fundición, ya que presentaba el mayor tiempo de realización dentro de su proceso productivo y que según el DAP (tabla 3) y la tabla 10 de Actividades que Generan y no Generan Valor, se determinó que la actividad 16 no genera valor y por ello debe ser eliminado. Luego de ello se implementó la metodología PERT CPM que se aprecia en la figura 8, pasando el proceso en general de desarrollarse de manera continua a desarrollarse con actividades en simultáneo, reduciendo el tiempo total por cada 100 unidades de jaladores de 4 horas 45 minutos a 4 horas 29 minutos. Estos datos hallados son comparables a los resultados obtenidos por Ulco Arias, en su informe de tesis, donde determinó a través del estudio de trabajo una reducción en el tiempo estándar de 337.95 minutos a 295.6 min; así como los resultados obtenidos por Arnold Torres Vásquez, bajo la metodología de la estandarización de tiempos, donde se redujo los tiempos en servicios de mantenimiento preventivo en 26.1%. Ambos estudios realizados en empresas donde no se realizó un análisis en el proceso productivo previo al realizado por los investigadores (microempresas).
- Luego del análisis del estudio de tiempos se pudo obtener una productividad de 5.23 unidades/h-h y luego de la aplicación de la metodología del estudio de trabajo y PERT CPM, una productividad de 5.56 unidades/h-h, incrementándose así su productividad en un 6.3%, corroborándose con este resultado lo señalado por **Poggioli (2007)**, que luego se aplicó un análisis estadístico para determinar si la variación en la productividad con la implantación del nuevo proceso

productivo incide significativamente o no en la productividad, para ello debido a que se analizarán dos muestras relacionadas en un estudio longitudinal se optó por la prueba de normalidad analizando en primera instancia si estos datos se ajustan a una distribución normal y luego si la aplicación del estudio del trabajo y PERT CMP, incide significativamente en la productividad de la empresa, comprobándose a través de la prueba de T-Student que la aplicación del estudio de trabajo incide significativamente en la productividad de la empresa, ya que el valor hallado para P de 0.006 es menor que el P valor de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de significancia. Este hecho que contrasta con lo hallado por Ulco Arias, Claudia que a través de la ingeniería de métodos logró un incremento en la productividad de 19%, siendo este incremento significativo analizando longitudinalmente las productividades antes y después de la implantación de las mejoras en los procesos, corroborándose la aplicación del estudio de trabajo a los distintos procesos productivos de las empresas.

V. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Al evaluar la situación actual de los procesos de la empresa CERTINSA S.A.C., se encontró un proceso productivo que no presenta un previo análisis en cuanto a actividades críticas. Esto lo podemos observar en el proceso de fundición que, para llevarse a cabo, requería un tiempo total de 113.91 minutos siendo el proceso en el que se encuentra el cuello de botella y en donde la actividad que más demanda tiempo es la de encender el horno para la fundición, con 31.67 minutos, esto se debe principalmente a la deficiente actividad gerencial de la empresa, ya que una reingeniería de los procedimientos no demanda inversión significativa para la empresa.
- Al evaluar la situación actual de la empresa, se encontró una productividad de la empresa Certinsa S.A.C. de 5.23 unidades/h-h., productividad que ha sido calculada en base a un proceso productivo en el que no se contemplan un estudio de trabajo o metodología alguna, ocasionando de esta manera que la empresa no alcance una optimización en sus procesos.
- Luego de la evaluación al proceso productivo de jaladores Pirámide, en la empresa Certinsa S.A.C. se realizó el mejoramiento en los métodos de trabajo en el proceso productivo de jaladores Pirámide, donde se procedió a aplicar la metodología del estudio de trabajo con la implementación de las 7 etapas esenciales, luego de la cual se determinó que el cuello de botella se encontraba en el proceso de fundición, asimismo se determinó que la actividad 16 no genera valor y por ello debe ser eliminado. Luego de ello se implementó la metodología PERT CPM, pasando el proceso en general de desarrollarse de manera continua a desarrollarse con actividades en simultáneo, reduciendo el tiempo total por cada 100 unidades de jaladores de 4 horas 45 minutos a 4 horas 29 minutos.
- La productividad antes de la implementación del estudio de trabajo y Pert CPM fue de 5.23 unidades/h-h y luego de la aplicación de la metodología del estudio de trabajo y Pert CPM, se obtuvo una productividad de 5.56 unidades/h-h, incrementándose así la productividad de la empresa Certinsa S.A.C. en un 6.3%. Luego se aplicó un análisis estadístico para determinar si la variación en la

productividad con la implantación de la metodología del trabajo y la metodología PERT CPM incide significativamente o no en la productividad, aplicando la prueba de T-Student, hallando que la aplicación del estudio de trabajo incide significativamente en la productividad de la empresa, ya que el valor hallado para P es de 0.006 es menor que el P valor es de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de significancia.

VI. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la empresa CERTINSA S.A.C., tome la decisión de implementar la metodología del estudio de trabajo y metodología PERT CPM, involucrando para ello la cooperación de todo el personal y la gerencia de la empresa.
- Debe realizarse continuamente auditorías internas en la empresa para evaluar el proceso en la fabricación de jaladores de la empresa y determinar en función a los requerimientos el mejor proceso productivo.
- A los futuros investigadores en estos temas se les recomienda coordinar previamente con las gerencias, jefaturas sobre el trabajo a realizar desde el análisis, viabilidad de la propuesta; para así recibir el apoyo del personal involucrado en la culminación de la investigación, de tal manera que pueda llegarse a un buen fin.
- Se sugiere a los investigadores demostrar en la práctica los beneficios de la implementación llevando a cabo las actividades de concientización, así como actividades operativas dentro de su posibilidad.
- Por otro lado, se recomienda realizar una investigación relacionada con el tema de incremento de productividad, pero tomando en cuenta otras metodologías como 5S, estandarización de tiempos, así como otros diseños de investigación como la correlacional o causal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A) Libros

Asensio, Eva y Vazquez, Beatriz. 2008. *Como crear tu nueva empresa*. Madrid : Copyright, 2008. pág. 23. ISBN:9788497326834.

Asociacion de emprendedores del Perú. 2015. ASEP: Asociación de Emprendedores del Perú. *Revista institucional ASEP*. [En línea] Noviembre de 2015. [Citado el: 25 de Abril de 2017.] <https://asep.pe/mypes-aportan-el-40-del-pbi/>.

Biasca, Rodolfo. 2015. *Productividad*. Buenos Aires-Cordoba : Macchi, 2015. págs. 36-38. ISBN:9505370458.

Caso, Alfredo. 2013. *Técnicas de medicion del trabajo*. Madrid : Fundación Confemetal, 2013. págs. 21-23. ISBN:9788496169898.

Fernández, Ricardo. 2010. *La Mejora de la Productividad en la Empresa Pequeña y Mediana Empresa*. San Vicente : Club Universitario, 2010. págs. 10-13. ISBN:9788484549789.

Gonzáles, Juan. 2009. *Gestión y logística del mantenimiento en automoción. 2º*. San Vicente-España : CLub Universitario, 2009. págs. 7-15. ISBN:9788484549413.

Horngren, Charles, Datar, Srikant y Foster, George. 2007. *Contabilidad de Costos:Un enfoque general*. Mexico : Astrid Mued zepeda, 2007. págs. 11-15. ISBN:9789702607618.

Huertas, Rubén y Dominguez, Rosa. 2015. *Decisiones Estrategicas para la Direccion de Operaciones en empresas de servicios y turísticas*. Barcelona : Adolf Florensa, 2015. págs. 7-9. ISBN:9788447539147.

Kanawaty, George. 2008. *Introducciòn al Estudio del Trabajo*. 4a. Mèxico : Limusa, 2008. págs. 3-5. ISBN:9789681856281.

Madariaga , Francisco. 2013. *Lean Manufacturing:Exposicion adapatada a la fabricacion repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid : Bubok Publishing S.L, 2013. págs. 19-21. ISBN:9788468628141.

Palacios, Luis. 2009. *Ingenieria de Metodos:movimientos y tiempos*. Bogota : Ecoe, 2009. págs. 14-17. ISBN:9789586486248.

Poggioli , Pierre. 2007. *Aplicación practica del método P.E.R.T*. Barcelona-España : Editores Técnicos Asociados, S.A, 2007. pág. 214. ISBN:8471460599.

Quesada , Maria del Pilar y Villa , Willian. 2007. *estudio del trabajo.* medellin-colombia : fondo editorial ITM, 2007. págs. 17-21. ISBN:9789589827598.

Velasco , Juan. 2014. *Organizacion de la Produccion.* 3. Madrid : Piramide, 2014. págs. 19-25. ISBN:9788436830187.

B) Tesis

Alzamora Olivares, Katia Liscet. 2016-2017. *Aplicación del Estudio del Trabajo para incrementar la Productividad en el Área de Armado del Calzado Tipo “Zapatillas Urbanas” de la empresa de calzado femenino Grupo Leonex S.A.C, Comas, 2017.* Lima : s.n., 2016-2017. págs. 13-15.

Torres Vásquez, Arnold Jhonattan. 2016. *Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington Automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad.* Cajamarca : s.n., 2016. págs. 105-106.

Ulco Arias, Claudia. 2015. *Aplicación de la ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industria ArtPrint. s.l. : Trujillo, 2015.* págs. 123-124.

Vasquez Galvez, Edwin. 2017. *Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos .* Lima : s.n., 2017.

C) Linkografía

Diario Gestión. 2016. *Diario de Economía y Negocios del Perú.* [En línea] Setiembre de 2016. [Citado el: 25 de Abril de 2017.] <http://gestion.pe/mercados/industria-metalmechanica-caeria-56-este-ano-segun-maximixe-2168234>.

Gerencia Regional de la Produccion. 2012. *Análisis Regional Mepresarial Manufacturero.* la libertad : Directorio Industrial, 2012. pág. 12.

Metalmechanica Negocios. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 29 de Abril de 2017.]

Ramirez Hernandez, Anayelí. 2010. *Estudio de tiempos y movimientos y tiempos en el área de evaporador.* Santiago de Querétaro : s.n., 2010. págs. 55-57.

ANEXOS

A. ANEXO DE TABLAS

Tabla 18: Tabla de Valoración

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Excesivo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0	D	Medio	0	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malos	-0.04	F	Malo

Fuente: Sagastegui, 2010

Tabla 19: Tabla de tolerancia de la OIT

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
		Hombres	Mujeres		
A. Suplemento por necesidades personales		5	7		
B. Suplemento base por fatiga		4	4		

2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
		Hombres	Mujeres		
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda		0	1		
incómoda (inclinado)		2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)					
Peso levantado [kg]					
2,5		0	1		
5		1	2		
10		3	4		
25		9	20		
35,5		22	máx		
D. Mala iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0		
Bastante por debajo		2	2		
Absolutamente insuficiente		5	5		
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata					
16		0			
8			10		
F. Concentración intensa					
Trabajos de cierta precisión		0	0		
Trabajos precisos o fatigosos		2	2		
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5		
G. Ruido					
Continuo		0	0		
Intermitente y fuerte		2	2		
Intermitente y muy fuerte		5	5		
Estridente y fuerte					
H. Tensión mental					
Proceso bastante complejo		1	1		
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4		
Muy complejo		8	8		
I. Monotonía					
Trabajo algo monótono		0	0		
Trabajo bastante monótono		1	1		
Trabajo muy monótono		4	4		
J. Tedio					
Trabajo algo aburrido		0	0		
Trabajo bastante aburrido		2	1		
Trabajo muy aburrido		5	2		

Fuente: Introducción al estudio del trabajo, segunda edición

Tabla 20. Valoración del ritmo de trabajo Westinghouse.

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO WESTINGHOUSE												
Factores	FUNDICIÓN		REBABADO		PERFORACIÓN (hueco y rosca)		LIJADO		PULIDO		NIQUEL	
HABILIDAD	C1	0.06	C1	0.06	C1	0.06	C2	0.03	C1	0.06	B2	0.08
ESFUERZO	C2	0.02	C1	0.05	C2	0.02	D	0	C1	0.05	C1	0.05
CONDICIONES	D	0	C1	0.02	C	0.03	C	0.02	D	0	D	0
CONSISTENCIAS	D	0	E	0.02	C	0.01	C	0.01	C	0.01	C	0.01
TOTAL		0.08		0.15		0.12		0.06		0.12		0.14

Fuente: Organismo Internacional del Trabajo

Tabla 21. Suplemento OIT

SUPLEMENTO OIT						
Operación						
SUPLEMENTO	FUNDICIÓN	REBABADO	PERFORACIÓN (hueco y rosca)	LIJADO	PULIDO	NIQUEL
NEC. PERSONALES	5%	5%	5%	5%	5%	5%
FATIGA BASICA	4%	4%	4%	4%	4%	4%
TRABAJO DE PIE	2%	2%	2%	2%	2%	0%
TENSION MENTAL	4%	4%	4%	4%	4%	4%
TOTAL	15%	15%	15%	15%	15%	13%

Fuente: Organismo Internacional del Trabajo

B. ANEXO DE FIGURAS


Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Figura 10: Símbolos utilizados para la elaboración de un DAP
 Fuente: Kanawaty, 2008

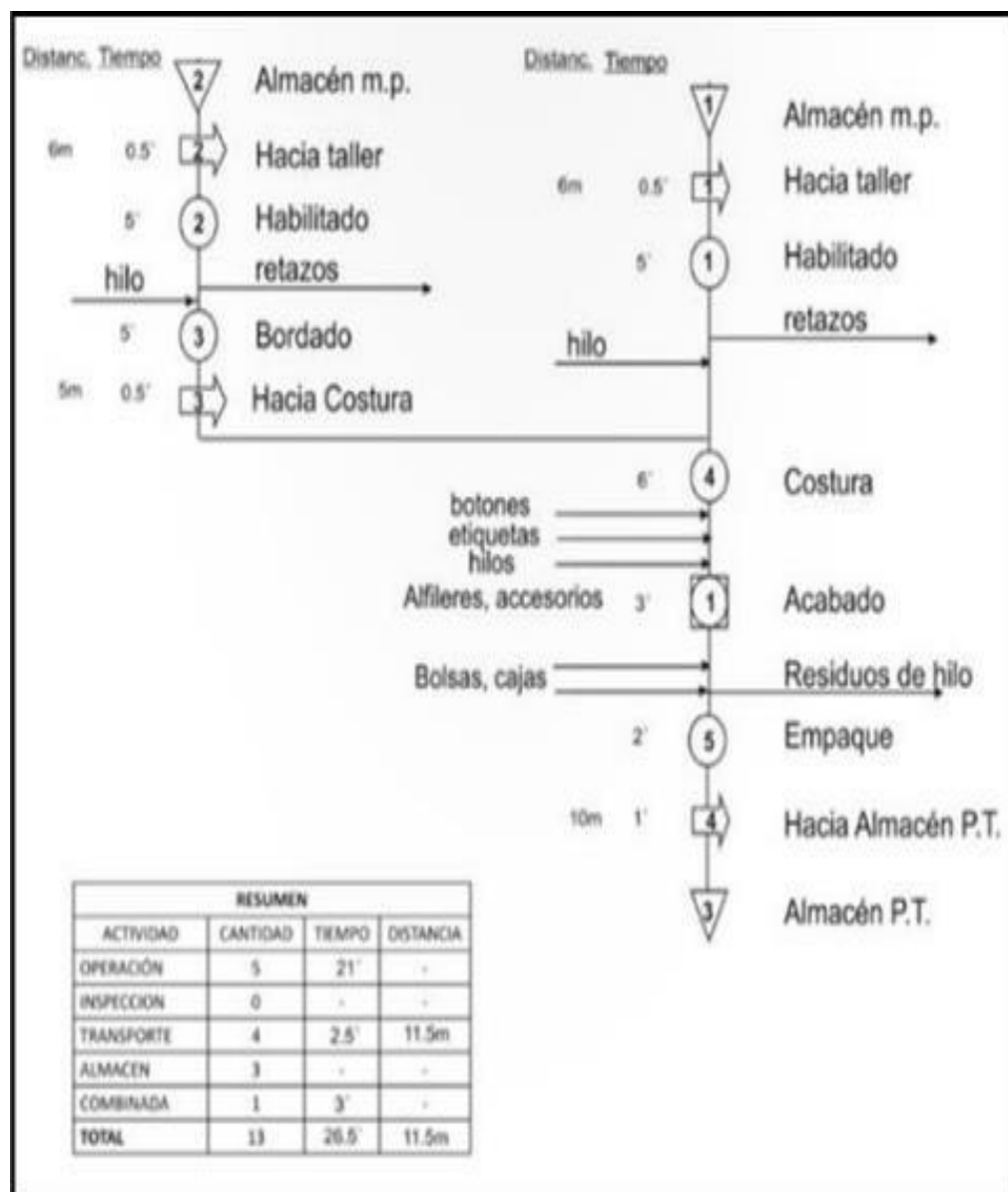


Figura 11: Ejemplo para elaborar un DAP
Fuente: Vásquez, 2011

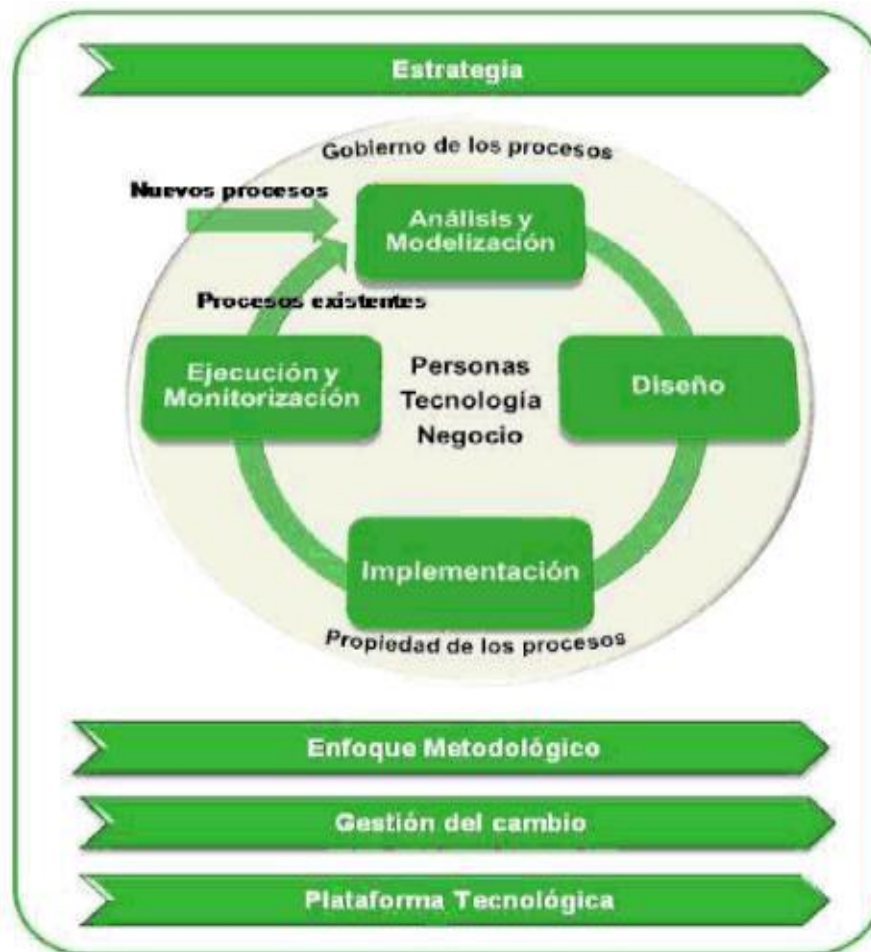


Figura 12: Ciclo de vida de BPM
Fuente: Club BPM, 2011

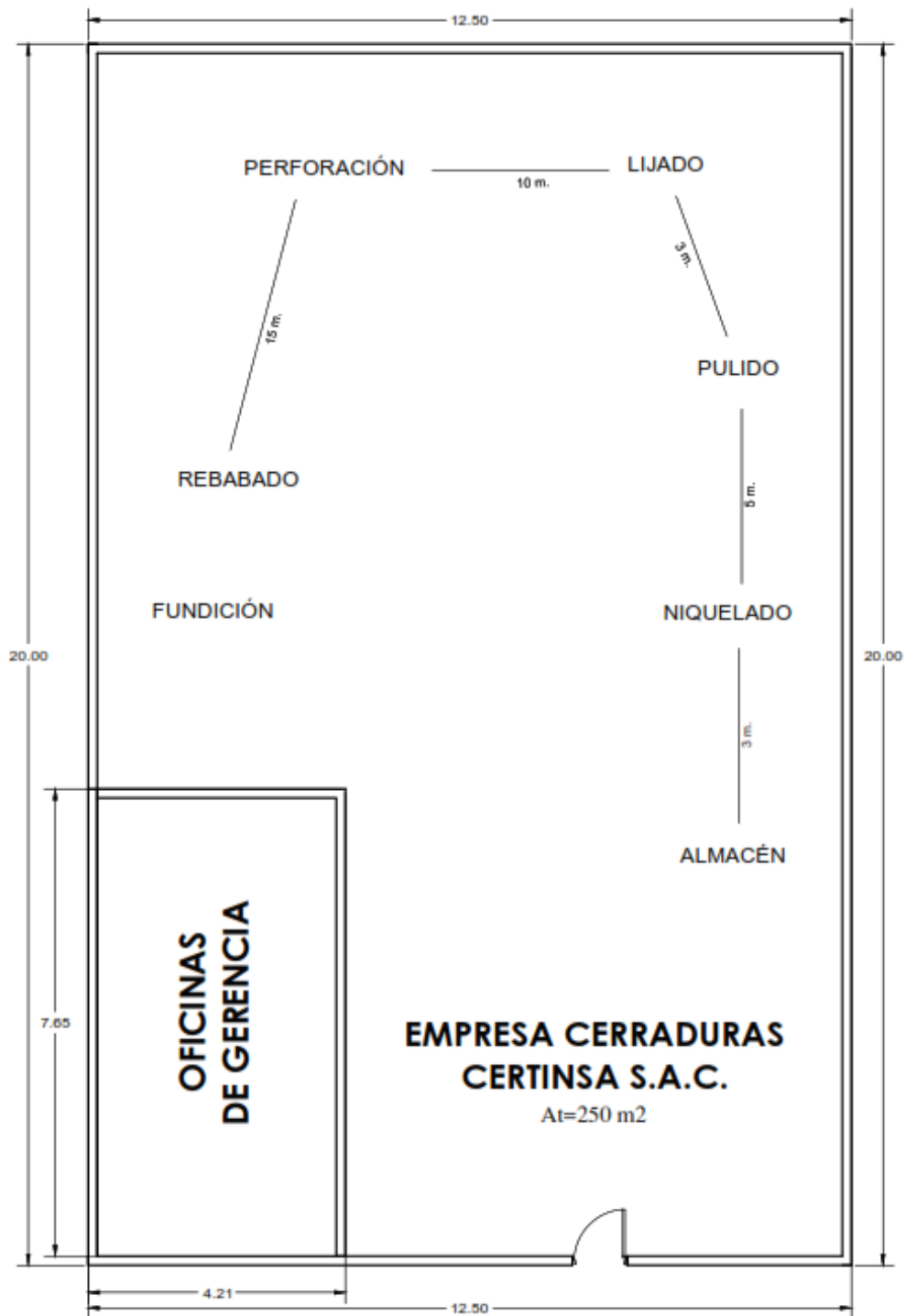


Figura 13: Distribución de arquitectura, Cerraduras Certinsa S.A.C.
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.

LEYENDA	
Propietario:	Cerraduras Certinsa S,A,C,
Ubicación:	Mz. R1 Lt. 32 Urb. Covicorti Trujillo - La Libertad
Escala:	1/100
Unidad de medida:	Metros

ELABORACIÓN DE JALADOR PIRÁMIDE



Figura 14: Proceso de Rebabado – Jaladores Pirámide
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.



Figura 15: Proceso de Perforación – Jaladores Pirámide
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.



Figura 16: Proceso de lijado– Jaladores Pirámide
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.



Figura 17: Proceso de Pulido – Jaladores Pirámide
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.



Figura 18: Proceso de Niquelado – Jaladores Pirámide
Fuente: Cerraduras Certinsa S.A.C.

C. ANEXO DE PROCEDIMIENTO PROMODEL – PRETEST Y POSTEST

C.1. PRETEST

Paso 1. Ingreso de datos de las locaciones usados para modelar el pretest en el Software Promodel V2016, de acuerdo a las locaciones con las que cuenta la empresa Certinsa S.A.C.

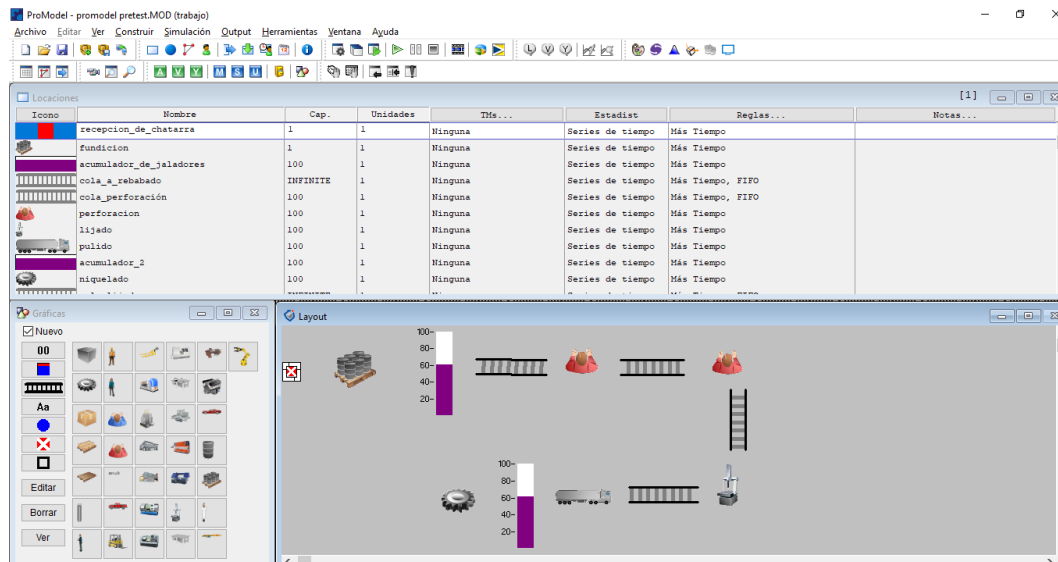


Figura 19: Locaciones usados para modelar el Pretest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

Paso 2. Ingreso de datos de las entidades usadas para modelar el pretest en el Software Promodel V2016, siendo estas entidades: la chatarra que es el material que ingresa al inicio, el jalador que es el producto elaborado y el lote de jaladores que finalmente sale del proceso productivo de Jaladores Pirámide en la empresa Certinsa S.A.C.

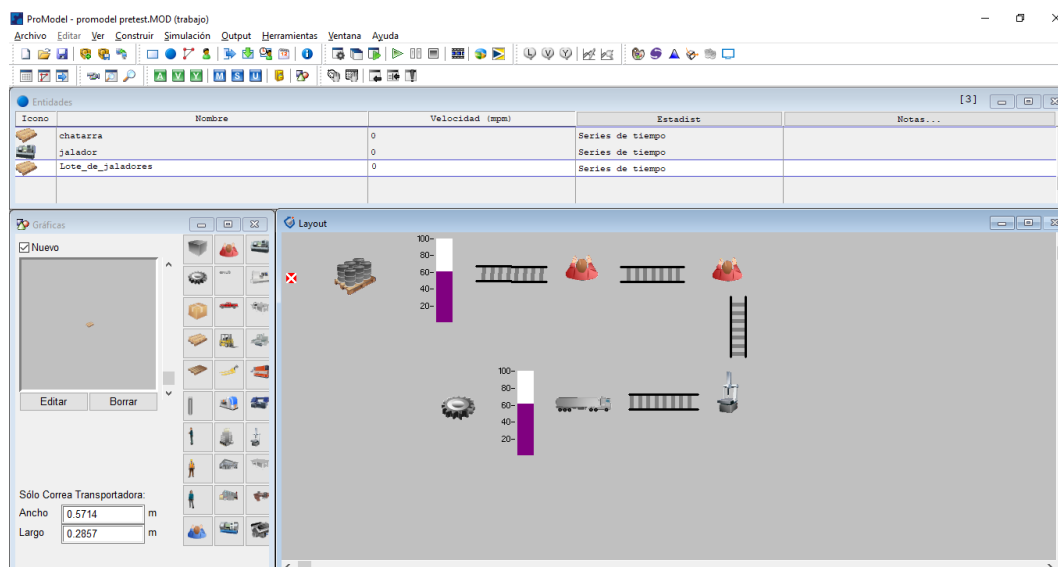


Figura 20: Entidades usadas para modelar el Pretest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Ingreso de datos de los tiempos en cada entidad y locación, de acuerdo a los datos que se encontraron en la empresa Certinsa S.A.C.

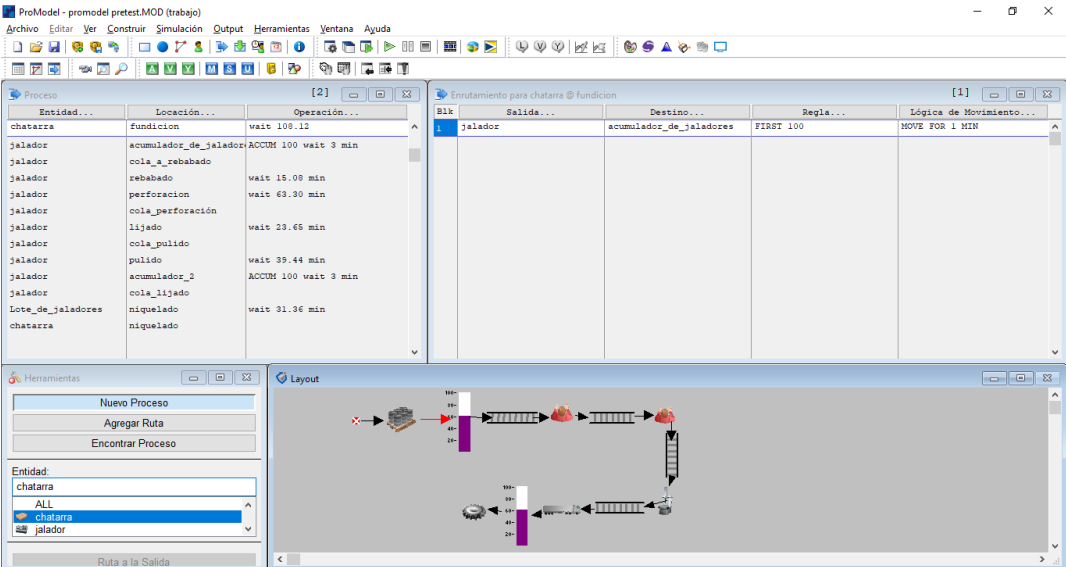


Figura 21: Ingreso de datos de tiempos usados para modelar el Pretest, Promodel V.2016.

Fuente: Elaboración propia

Paso 4. Resultados de los tiempos del proceso de elaboración de Jaladores Pirámide en el pretest, en el Software Promodel V2016.

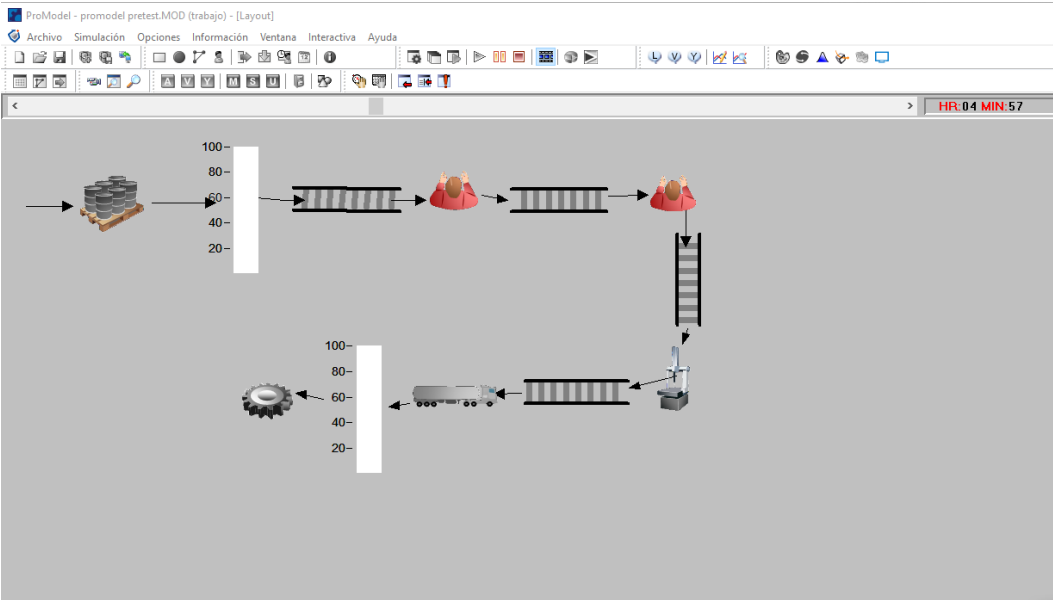


Figura 22: Resultados después de modelar el Pretest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

C.1. POSTEST

Paso 1. Ingreso de datos de las locaciones usados para modelar el postest en el Software Promodel V2016, de acuerdo a las locaciones con las que cuenta la empresa Certinsa S.A.C.

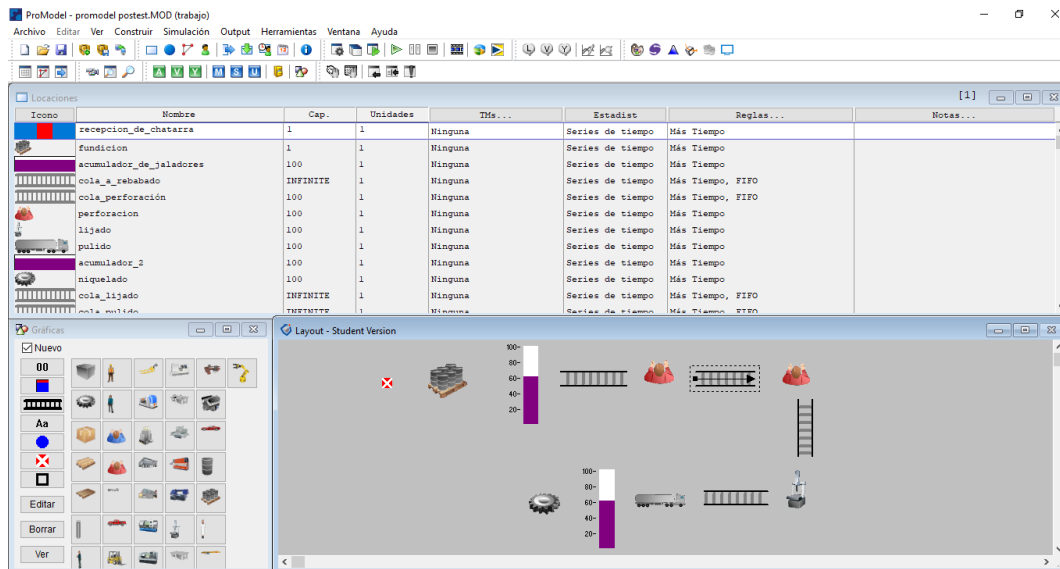


Figura 23: Locaciones usados para modelar el Postest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

Paso 2. Ingreso de datos de las entidades usadas para modelar el postest en el Software Promodel V2016, siendo estas entidades: la chatarra que es el material que ingresa al inicio, el jalador que es el producto elaborado y el lote de jaladores que finalmente sale del proceso productivo de Jaladores Pirámide en la empresa Certinsa S.A.C.

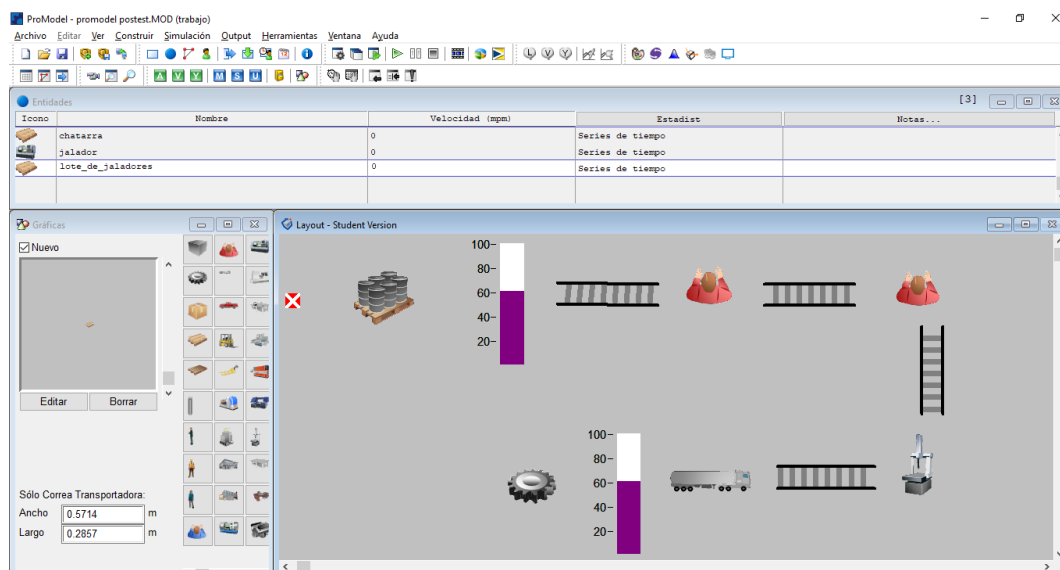


Figura 24: Entidades usadas para modelar el Postest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Ingreso de datos de los tiempos en cada entidad y locación, de acuerdo a la mejora en los procesos con la metodología del estudio de trabajo y Pert CPM, en la empresa Certinsa S.A.C.

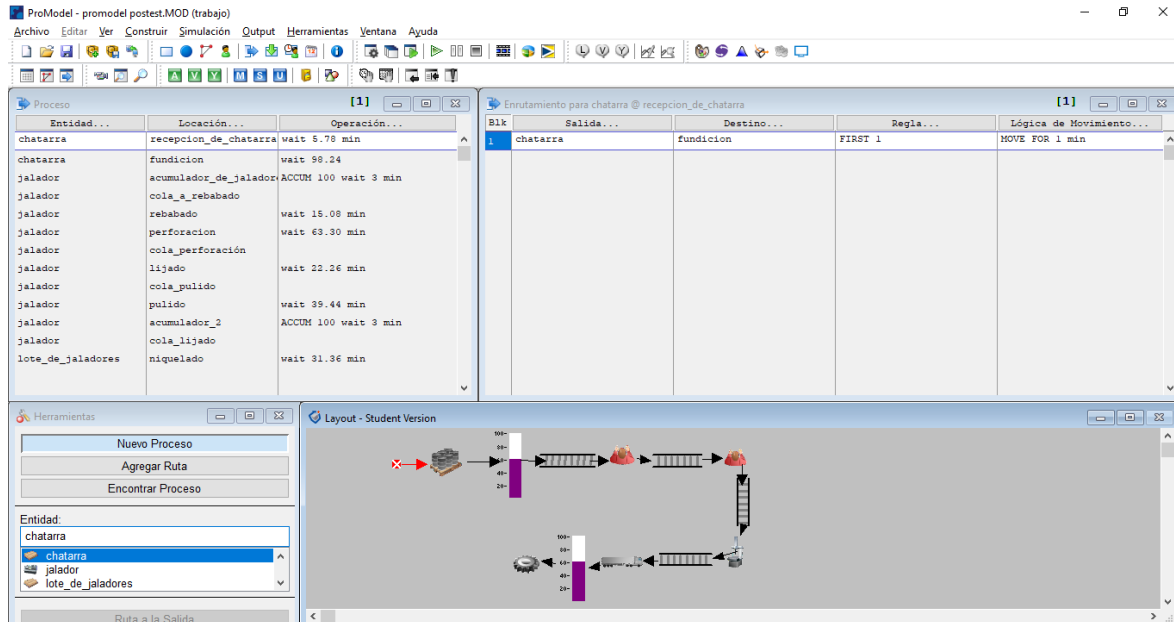


Figura 25: Ingreso de datos de tiempos usados para modelar el Postest, Promodel V.2016.

Fuente: Elaboración propia

Paso 4. Resultados de los tiempos del proceso de elaboración de Jaladores Pirámide en el postest, Software Promodel V2016.

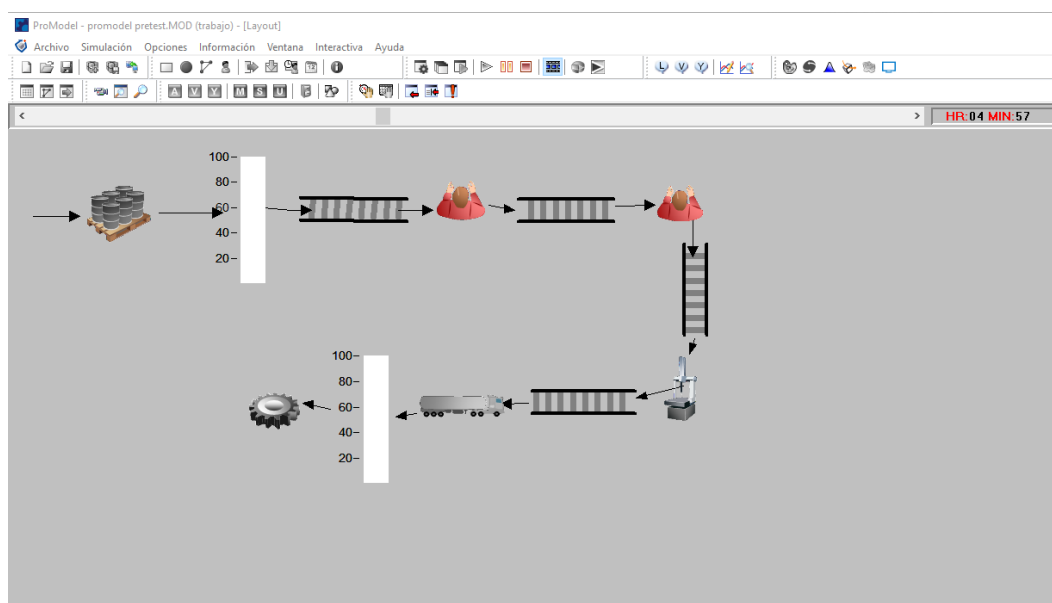


Figura 26: Resultados después de modelar el Postest, Promodel V.2016

Fuente: Elaboración propia

C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

C1.1. FORMATO DE DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO (DAP)

Formato1.Diagrama de actividades del proceso

[illegible]

Fuente: Kanawaty, 2008

C1.2 REGISTRO DE TIEMPOS

Formato2. Calculo de tiempo estándar

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE JALADORES DE LA EMPRESA CERRADURAS CERTINSA SAC, SETIEMBRE DE 2017							
ITEM	ACTIVIDAD	nº	PROMEDIO DE TIEMPO OBSERVADO(TO)	CALIFICACIÓN	SUPLEMENTOS	TIEMPO NORMAL(TN)	TIEMPO ESTÁNDAR(TS)

Fuente: elaboración propia

C1.3 FORMATO DE REGISTRO DE PRODUCCION

Registro de producción de mano de obra

ITEM	AREA	ACTIVIDAD	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	TIEMPO ESTANDA	PROMEDIO
1												
2												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
X												
TOTAL DE HORAS DE PRODUCCION												
UNIDADES PRODUCIDAS												
TOTAL PRODUCTIVIDAD(unid.												

Fuente: Elaboración propia